ROLAND WACŁAWEK

PRZEWODNIK PO MIKROINFORMATYCE

ROLAND WACŁAWEK

PRZEWODNIK PO MIKROINFORAMATYCE

WYDANIE PIERWSZE

WARSZAWA 1989
WYDAWNICTWA SZKOLNE I PEDAGOGICZNE

Projekt okładki i stronicy tytułowej
Grażyna Wielowiejska

Redaktor
Krystyna Dziewanowska-Stefańczyk

Redaktor techniczny
Monika Rudnik-Kulikowska

Korektor
Barbara Wiertelarz

ISBN 83-02-03482-7

© Copyright by Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne
Warszawa 1989

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne. Warszawa 1989. Wydanie 1.
Nakład 39 810 + 190 egz. Ark. wyd. 6,94. Ark. druk. 6,0.
Papier offset. kl. III. 70 g. rola 70 cm. Oddano do składania 1988.01.19.
Podpisano do druku w marcu 1989 r. Druk ukończono w marcu 1989 r.
Druk i oprawa: Drukarnia im. Rewolucji Październikowej.
Zam. 6183/11/88. MEN-„15".

Spis treści

1. **Zamiast wstępu – łyk historii** 4
2. **Abecadło informatyki** 8
   - 2.1. Informacja i dane 8
   - 2.2. Komputer, bity i bajty 11
   - 2.3. Algorytm i program 14
   - 2.4. Pamięć operacyjna, procesor, układy wejścia/wyjścia 16
   - 2.5. Urządzenia peryferyjne i interfejsy 20

3. **Umeblowanie warsztatu czyli hardware** 23
   - 3.1. Komputery osobiste domowe i profesjonalne 23
   - 3.2. Pamięci masowe 26
   - 3.3. Drukarki i plottery 31
   - 3.4. Monitory, klawiatury, digimetry, modemy 36

4. **Skrzynka z narzędziami albo software** 38
   - 4.1. Systemy operacyjne 38
   - 4.2. Translatory języków programowania 41

5. **Spacerkiem wśród zastosowań** 43
   - 5.1. Co w biurze piszczy 43
   - 5.2. Przetwarzanie tekstów 45
   - 5.3. W pracowni inżyniera i naukowca 47
   - 5.4. Nowoczesne metody dialogu czlowieka z komputerem 49
   - 5.5. Nie tylko mikrokomputery 51

6. **Z komputerem na co dzień** 55
   - 6.1. Komputer w szkolnej lawie 55
   - 6.2. W kąciku hobbisty 58
   - 6.3. Nowe narzędzia majsterkowicza 61

7. **Zamiast zakończenia – spojrzenie w przyszłość** 64

Dodatek A. Parada mikrokomputerów 68

Dodatek B. Programistyczna wieża Babel 76

1. ZAMIAST WSTĘPU – ŁYK HISTORII

Dążenie do konstruowania urządzeń zwiększających wydajność i jakość pracy towarzyszyło ludzkości już od zarania dziejów. Na początku wysiłki dotyczyły głównie usprawnienia uciążliwych prac fizycznych. Poważniejsze zainteresowania mechanizacją prac umysłowych pojawiły się dopiero w epoce Oświecenia.

W roku 1642 Blaise Pascal, chcąc ulżyć ojcu pracującemu jako celnik w Rouen, skonstruował mechaniczny sumator. W 29 lat później Wilhelm Leibniz stworzył uniwersalny kalkulator, zdolny do wykonywania czterech podstawowych działań arytmetycznych. W roku 1915 zbudowano pierwszy kalkulator mechaniczny z napędem elektrycznym. W ten sposób poradzono sobie z uciążliwymi operacjami matematycznymi.

Debiut karty perforowanej – pierwszego nośnika maszynowego do przechowywania danych masowych – odbył się w 1728 r. Zastosował ją Falcon w automatycznym krośnie tkackim. Wysiłki te na razie nie dały wielkich efektów, lecz pomysł odżył w roku 1798, kiedy wielki sukces odniosły automatyczne krosna Jacquarda, także sterowane kartami dziurkowanymi. W 1828 roku Charles Babbage – jeden z prekursorów informatyki – próbował użyć kart perforowanych przy wprowadzaniu danych do maszyny analitycznej. Problemy finansowe nie pozwoliły mu niestety dokończyć dzieła. Pierwszy przełom nastąpił w roku 1884. Obserwując konduktora dziurkującego na biletach dane osobowe podróżnych, Hollerith wpadł na pomysł karty perforowanej do obróbki danych masowych. Idea ta zatriumfowała już w sześć lat później, podczas spisu powszechnego w USA. Skonstruowane przez Holleritha urządzenia do dziurkowania, sortowania i opracowywania kart umożliwiły trzykrotne skrócenie prac w porównaniu z metodami konwencjonalnymi. W roku 1911 Hollerith sprzedał swą wytwórnię dziurkarek niewielkiej firmie, nie przewidując bynajmniej, że przedsiębiorstwo to wkrótce się rozrośnie i przyjmie nazwę International Business Machines, w skrócie IBM.

Sukces Holleritha pokazał, jakie efekty może dać zmagazynowanie danych na nośniku maszynowym. Raz sporządzone karty można było wielokrotnie odczytywać bez obawy dodatkowych błędów. Oprócz tego mechaniczny odczyt kart odbywał się znacznie szybciej niż ręczne wystukiwanie liczb na klawiaturze

kalkulatora. Rekompensowało to z nawiązką nakłady na nowe, bardziej złożone maszyny biurowe.

Kolejny przełom nastąpił pod koniec drugiej wojny światowej. Nowe rodzaje broni wymagały złożonych i czasochłonnych obliczeń. Większość z nich należało powtarzać wielokrotnie, w różnych wariantach. Pożądane więc było wyposażenie maszyny w jakościowo nowe cechy: możliwość zaprogramowania ciągu czynności do wykonania i zdolność wyboru jednego z kilku przewidzianych w programie wariantów postępowania, zależnie od uzyskanych w toku obliczeń wyników pośrednich. Ponieważ możliwości doskonalenia kalkulatorów mechanicznych wyczerpały się, sięgnięto więc po bujnie rozwijającą się elektronikę. Pierwszy komputer cyfrowy MARK-1 z roku 1944 zbudowano jeszcze z elementów elektromechanicznych – przekaźników. Już w dwa lata później powstał jednak ENIAC – pierwszy komputer elektroniczny, skonstruowany za pomocą lamp elektronowych. W roku 1948 firma IBM podjęła seryjną produkcję komputerów.

Technika lampowa wkrótce ujawniła swe ograniczenia. Lampy pobierały sporą moc, były duże i co najgorsze – zawodne. Tymczasem w roku 1948 John Bardeen, Walter Brattain i Wiliam Schockley opatentowali tranzystor. Ten słynny patent, oznaczony w USA numerem 2 524 035, wkrótce zrewolucjonizował elektronikę, a zwłaszcza raczkującą technikę komputerową. Tranzystorowe komputery były mniejsze i znacznie tańsze od lampowych. Nadszedł czas ich masowej produkcji.

W roku 1958 kolejna niespodzianka – Amerykanin Kilby stworzył układ scalony. W dwa lata później układy scalone trafiły już do produkcji seryjnej. Szczególną karierę zrobiły dość proste w produkcji i tanie układy cyfrowe, stosowane m.in. do budowy komputerów. Idea układu scalonego polega na umieszczeniu na wspólnym podłożu wielu elementów: diod, tranzystorów itd. Elementy te tworzą funkcjonalną całość i są zamknięte we wspólnej obudowie z wieloma wyprowadzeniami. Układ scalony może być traktowany jako „czarna skrzynka" o określonych właściwościach. Konstruktorzy sprzętu elektronicznego mogli więc wreszcie odejść od myślenia w kategoriach pojedynczych rezystorów i tranzystorów. Technologia układów scalonych dała niebawem początek nowej dyscyplinie elektroniki: mikroelektronice. Dzięki układom scalonym wydajność i niezawodność komputerów znacznie wzrosła. Powstał minikomputer – mocno uproszczony, lecz za to dość tani komputer, zdolny do samodzielnej realizacji mniejszych zadań lub odciążenia kosztownych superkomputerów od czynności pomocniczych, związanych np. z przygotowaniem danych. Rynek sprzętu komputerowego w tym czasie ustabilizował się – zdecydowaną przewagę zdobył koncern IBM.

Rozwój układów scalonych był żywiołowy i owocował coraz doskonalszymi technologiami: TTL, PMOS, NMOS, CMOS, VMOS, SOS. Każda z nich pozwalała zwiększyć gęstość upakowania elementów w układzie, zwiększyć szybkość ich działania, zmniejszyć pobór mocy i często potanić produkcję. W

końcu lat sześćdziesiątych konstruowano już układy scalone LSI (tzw. wielkiej skali intergracji), zawierające tysiące elementów aktywnych (np. tranzystorów). Były to techniczne przesłanki narodzin techniki mikrokomputerowej.

Mikroprocesor, dzisiaj kluczowy produkt mikroelektroniki, powstał właściwie jako... odrzut produkcyjny. Kalifornijska firma Datapoint opracowała prościutki minikomputer i postanowiła umieścić jego podstawowe struktury w pojedynczym układzie scalonym. Wykonanie układu zaproponowano w 1969 roku firmom Texas Instruments i Intel. W 1971 roku Hoff, współpracownik firmy Intel, sprostał zadaniu. Niestety, układ działał o wiele za wolno i firma Datapoint zrezygnowała z zamówienia. Aby odzyskać zainwestowany kapitał, firma wypuściła jednak ten układ na rynek pod nazwą INTEL 8008. Ten pierwszy mikroprocesor spotkał się z dużym zainteresowaniem – rozpoczęła się rewolucja mikroelektroniczna.

Mikrokomputery – bo tak nazwano komputery zbudowane z użyciem mikroprocesora i układów scalonych LSI – szybko zyskały uznanie. Były tanie – znacznie tańsze od minikomputerów – i taniały dalej w zawrotnym tempie. Pierwsze zastosowania znalazły mikrokomputery w zdominowanej dotychczas przez minikomputery automatyce przemysłowej. Równocześnie zawrotną karierę robił kalkulator kieszonkowy i zegarek elektroniczny, ukazując możliwości współczesnej mikroelektroniki i rozbudzając apetyty. Dokonanie decydującego kroku przypadło jednak hobbystom – intuicja zawiodła wielkie koncerny. Dwaj uzdolnieni inżynierowie i konstruktorzy-zapaleńcy, Steven Jobbs i Steven Wozniak, skonstruowali w roku 1977 komputer osobisty Apple (pol. jabłko). W tym samym roku firma Commodore, znana dotychczas głównie z kalkulatorów, rozpoczęła produkcję mikrokomputera PET 2001, stworzonego przez Chucka Peddle'a. Oba komputery stały się protoplastami zupełnie nowej generacji sprzętu informatycznego: komputerów osobistych. Cechowały się prostotą obsługi i małą, jak na pełnowartościowy komputer, ceną. Wkrótce pojawiła się konkurencja, a komputery osobiste stawały się coraz lepsze i coraz tańsze. Na rynku mikrokomputerowym panował jednak chaos: każdy z producentów oferował własne rozwiązania, nikt jednak nie mógł zdobyć zdecydowanej przewagi i narzucić innym swych koncepcji. Trwało to cztery lata.

Koncern IBM początkowo ignorował burzliwy rozwój komputerów osobistych, jednak powstała sytuacja zmusiła go do rewizji zachowawczego stanowiska. W roku 1981 koncern zaprezentował więc własny komputer osobisty: IBM PC. Wielki prestiż firmy uczynił z niej w niedługim czasie lidera rynku komputerów osobistych, IBM PC zaś powszechnie, choć nieoficjalnie, uznano za obowiązujący standard.

Równocześnie z IBM PC narodził się prosty i tani komputer domowy, przeznaczony głównie dla dzieci i młodzieży. W ten sposób technika mikrokomputerowa uzyskała przyczółki do ekspansji we wszystkie praktycznie dziedziny życia. Informatyka przestała być obszarem suwerennej dominacji specjalistów: rozpoczęło się jej „uspołecznienie", takie samo, jakie kiedyś przeżyła motoryzacja, a później radio i telewizja. Świat wkroczył nieodwołalnie na drogę powszechnej

informatyzacji, oznaczającej prawdziwy przełom cywilizacyjny. Sprostać wyzwaniu można tylko w jeden sposób: oswajając się ze zdobyczami mikroelektroniki i ucząc się skutecznie z nich korzystać.

Książka ta miała być w zamierzeniu rodzajem przewodnika po świecie komputerów osobistych, przeznaczonym nie dla konstruktorów i techników, lecz dla przyszłych użytkowników techniki informatycznej. Nacisk położono więc na walory użytkowe różnych odmian mikrokomputerów i osprzętu oraz na ich przydatność w określonych warunkach. Pod tym samym kątem przedstawiono oprogramowanie. Zaprezentowane możliwości zastosowań są tylko przykładami, wybranymi z olbrzymiej liczby możliwości. Niech staną się one inspiracją do własnych poszukiwań sposobów efektywnego wykorzystania mikrokomputerów.

2. ABECADŁO INFORMATYKI

Zanim zagłębimy się w tajniki mikrokomputerów warto uporządkować wiedzę o podstawach dziedziny, której technika mikrokomputerowa jest tylko wycinkiem – informatyki.

Czym właściwie jest informatyka? Zespołem dyscyplin naukowych i technicznych, zajmujących się przetwarzaniem informacji, głównie za pomocą komputerów. Ta definicja rodzi następne niejasności. Co rozumiemy pod pojęciem informacji? Jakie urządzenie zasługuje na miano komputera? Aby uniknąć przyszłych nieporozumień, rozpocznijmy od wyjaśnienia kilku fundamentalnych pojęć.

2.1. INFORMACJA I DANE

Mówiąc ogólnie, *informacją* nazywamy każdy czynnik, pozwalający obiektowi otrzymującemu go polepszyć znajomość otoczenia i podnieść sprawność celowych działań. Obiektem otrzymującym informację może być zwierzę, człowiek, maszyna itd. Aby informacja mogła być praktycznie wykorzystana, musi być ona jednak reprezentowana (wyrażona, przedstawiona) przez pewne zjawisko fizyczne. W praktyce korzystamy z dwóch sposobów przedstawienia: statycznego i dynamicznego. W pierwszym przypadku korzystamy ze zjawisk fizycznych niezmiennych w czasie. Przykładem może być tekst w książce, zapis magnetofonowy, układ otworków na karcie perforowanej lub kształt wycięć klucza do drzwi. Przedstawienie dynamiczne polega na wykorzystaniu zjawisk zmiennych w czasie: fali dźwiękowej lub radiowej, impulsów świetlnych itd. Łatwo spostrzec, że reprezentacje statyczne nadają się lepiej do przechowywania informacji, zaś dynamiczne – do jej przesyłania.

Ta sama informacja może być przedstawiona (reprezentowana) w różny sposób. Wybór jej reprezentacji zależy od sposobu wykorzystania informacji, od jej odbiorcy i wpływa istotnie na łatwość operowania informacją, a niekiedy może być wręcz warunkiem powodzenia. Przykładowo, tekst możemy nagrać na taśmę magnetofonową lub napisać na maszynie. Pierwsze rozwiązanie jest szybsze, łatwiejsze w realizacji i dogodniejsze, gdyby z tekstem należało zapoznać większą

grupę odbiorców, np. w formie audycji radiowej. Gdy jednak tekst ma służyć jako dokument lub posłużyć za punkt wyjścia do dalszych opracowań, niezastąpiona będzie forma pisemna.

Zamiast słowa „informacja" często używa się słowa „dane". Nie jest to całkiem ścisłe, gdyż mianem *danych* jest określana informacja przedstawiona w konkretny sposób, czyli fizyczna reprezentacja informacji. W praktyce termin „dane" ma często węższe znaczenie. *Dane wejściowe*, to informacja przygotowana do przetwarzania w maszynie, a *dane wyjściowe* (wynikowe) – informacja uzyskana z maszyny po przetworzeniu danych wejściowych.

Zależnie od natury zjawiska fizycznego dane mogą mieć charakter *ziarnisty* (*dyskretny*) lub *ciągły* (*analogowy*). W pierwszym przypadku mamy do czynienia z pewnymi elementarnymi obiektami lub zdarzeniami, dającymi się policzyć, czyli przedstawić w postaci skończonej liczby całkowitej. Przykładem niech będzie liczba zapałek w pudełku lub liczba uczniów w klasie, liczba impulsów elektrycznych odebranych w określonym czasie lub cena artykułu w sklepie. Ten ostatni przypadek może nasuwać wątpliwości: trzy i pół złotego. Zauważmy jednak, że elementarną i niepodzielną jednostką monetarną jest grosz (w praktyce dziesięć groszy). Każdą cenę można więc przedstawić jako całkowitą liczbę groszy. W zasadzie wszędzie tam, gdzie można technicznie zarejestrować pewien niepodzielny, podstawowy element (kwant), mamy do czynienia z danymi ziarnistymi.

Przykładem danej analogowej może być temperatura, napięcie elektryczne lub długość. Każda z tych wielkości ma co prawda swoją jednostkę, ale jednostka ta może być dzielona na praktycznie dowolną liczbę podjednostek (metr, milimetr, mikrometr, nanometr itd.). Pozostając przy długości, wiadomo przecież, że dwa punkty mogą leżeć dowolnie blisko siebie, a zatem różnice długości mogą być dowolnie małe. Pozostaje tylko problem technicznych możliwości pomiaru – jego dokładności. W praktyce dokładność pomiaru wielkości ciągłych jest zawsze ograniczona. Taśma miernicza pozwala nam odczytywać długość z dokładnością do 1 milimetra, suwmiarką – do 100 mikrometrów itd. Z punktu widzenia narzędzia pomiarowego długość także ma charakter dyskretny, gdyż najmniejszą rozróżnialną jednostką jest np. 1 mm. Nie wynika to jednak z natury zjawiska. Przy pomiarze wielkości ciągłej zawsze popełniany jest pewien błąd. W przypadku użycia taśmy miernicze wynik pomiaru zostanie zaokrąglony do pełnych milimetrów. Wszystkie odcinki o rzeczywistej długości od 34,5 do 35,5 mm będą uznane za równe sobie: 35 mm. Ograniczona dokładność prowadzi więc do utraty części informacji, choć nie zawsze jest to strata praktycznie istotna. Z drugiej strony wynik pomiaru o skończonej dokładności może być traktowany jako wielkość dyskretna, z ziarnem (kwantem) np. 1 mm. Zabieg przekształcenia wielkości analogowej na dyskretną nazywamy *dyskretyzacją*. Zasadnicza różnica między danymi dyskretnymi a analogowymi polega więc na tym, że dane dyskretne mogą być rejestrowane dokładnie, analogowe zaś – tylko w przybliżeniu. W praktyce dyskretyzacja występuje zawsze wtedy, kiedy daną analogową chcemy przedstawić w postaci skończonej liczby.

Jak się niebawem przekonamy, dane dyskretne mają szczególne znaczenie, gdyż

w obecnej fazie rozwoju techniki ich obróbka jest znacznie prostsza niż danych analogowych. Aby informacja mogła być skutecznie przetwarzana, musi być wyrażona w postaci dyskretnej, inaczej: musi dać się zakodować w postaci zbioru liczb o skończonej precyzji. Niektóre dane mają z natury postać liczbową: liczba wagonów pociągu lub stron w książce. Kiedy indziej charakter danych jest mniej oczywisty. Rozważmy zwykły tekst. Czy chodzi tu o dane dyskretne? Ależ tak. Czym bowiem jest tekst? Ciągiem symboli graficznych, zwanych cyframi, literami itd. Informacja jest zawarta w układzie tych symboli. Tym niemniej liczba możliwych symboli jest ograniczona. Przyjmijmy, że jest ich nie więcej niż 128. Jeśli każdemu z dozwolonych znaków przypiszemy jednoznacznie liczbę np. od 0 do 127, uzyskamy możliwość wyrażenia dowolnego tekstu jako ciągu liczb. Każdy znak będzie reprezentowany przez ściśle określoną liczbę naturalną, nie większą niż 127.

Obraz także względnie łatwo poddaje się dyskretyzacji. Najprostsza metoda dyskretyzacji znana jest z telewizji. Wystarczy rozbić obraz na jednakowe elementy tworzące siatkę. W każdym z „oczek" trzeba następnie wyznaczyć tzw. poziom szarości, mówiąc po prostu: stopień „zaczernienia". Można przedstawić go liczbą w umownej skali, np. 0 – smolista czerń, 63 – śnieżna biel. Gdy obraz będzie barwny, wystarczy w każdym punkcie wyznaczyć natężenie każdej z trzech barw podstawowych: czerwieni, zieleni i błękitu (każdy kolor można przedstawić jako kombinację tych trzech barw). Pojedynczy punkt będzie opisany już nie jedną, lecz trzema liczbami, jednak zasada dyskretyzacji pozostanie niezmieniona. Im drobniejsze będą „oczka" sieci (im większa będzie rozdzielczość dyskretyzacji), tym wierniejsze będą liczbowe dane o wyglądzie obrazu. Zauważmy jeszcze, że w przypadku obrazu, dyskretyzacja była dwustopniowa. Najpierw powierzchnia obrazu została podzielona na skończoną liczbę elementów – „oczek". Wszystkie punkty zawarte w danym „oczku" reprezentowane są przez jedną liczbę lub trójkę liczb. Następnie poziom szarości danego punktu – z natury wielkość analogowa – musi być zdyskretyzowana, wyrażona jako jeden ze skończonej liczby elementów umownej skali.

W przypadku innych rodzajów danych ich sensowna dyskretyzacja, czyli przetworzenie na postać liczbową, może być znacznie trudniejsza. Przykładem niech będzie ludzka mowa. Oczywiście potrafimy przedstawić mowę, podobnie jak inne dźwięki, jako ciąg kolejnych wartości ciśnienia powietrza lub kompozycję fal o różnych częstotliwościach i amplitudach. Problem w tym, że przekazywana głosem informacja zakodowana jest w sposób bardzo złożony. Prosta analiza amplitud i częstotliwości fal nie pozwala jeszcze rozpoznać wypowiadanych słów. A jeśli jeszcze uwzględnić różnice głosu, wady wymowy oraz intonację, która często także niesie ważne informacje? Człowiek bez trudu rozpoznaje nawet bardzo zniekształcone słowa, lecz automatyczna analiza mowy ciągle pozostaje problemem dalekim od ostatecznego, zadowalającego rozwiązania.

2.2. KOMPUTER, BITY I BAJTY

Formalnie rzecz ujmując, *komputer* jest automatycznym urządzeniem do przetwarzania danych, sterowanym programowo. Sterowanie programowe oznacza, że tryb przetwarzania danych nie jest ustalony raz na zawsze konstrukcją urządzenia (sposób połączeń, układ kółek zębatych), lecz może być zmieniany przez dostarczenie urządzeniu informacji o sposobie przetwarzania. Urządzenie sterowane programowo cechuje się niezmienną strukturą. Innymi słowy, zmiana sposobu działania urządzenia nie wymaga przeróbek sprzętu. Czy kieszonkowy kalkulatorek może pretendować do nazwy komputera? Nie, gdyż użytkownik nie ma wpływu na sposób jego funkcjonowania i może korzystać tylko z ograniczonego zestawu prostych operacji, z których każdą musi oddzielnie inicjować, naciskając klawisze. Chociaż działanie kalkulatorka jest złożone i z punktu widzenia pojedynczych działań można go uznać za automat, to nie potrafi on automatycznie przeprowadzić złożonych rachunków. Zaglądając do wnętrza kalkulatora odkrylibyśmy w nim wprawdzie wszystkie typowe elementy składowe komputera i identyczną zasadę pracy – wszystko to służy jednak tylko wewnętrznej organizacji pracy kalkulatorka, pozostając poza zasięgiem użytkownika. Z punktu widzenia tego ostatniego różnica między kalkulatorkiem elektronicznym a mechanicznym „kręciołkiem" leży tylko w komforcie obsługi i ilości dostępnych operacji.

Aczkolwiek współczesne komputery są urządzeniami elektronicznymi, nie znaczy to, że automatyczne przetwarzanie informacji nie jest możliwe za pomocą innych metod techniki. Praktycznie jest możliwe skonstruowanie komputera opartego na np. elementach pneumatycznych. Taki komputer zamiast z sieci byłby zasilany ze... sprężarki! Bardzo prawdopodobne jest pojawienie się w niezbyt odległej przyszłości komputerów optycznych, wykorzystujących w charakterze nośnika informacji strumień światła. Fakt, że dziś króluje komputer elektroniczny, wynika z kierunków rozwoju technologii. Technologia elektroniczna umożliwiła skonstruowanie komputera względnie niezawodnego i sprawnego, a przy tym dobrze nadającego się do masowej produkcji. Jeśli w przyszłości pojawią się nowe, lepsze technologie, sprzętowe oblicze informatyki może ulec zmianie.

Istnieją komputery zdolne do bezpośredniego przetwarzania danych analogowych wyrażonych w postaci np. napięć elektrycznych. Jednak podstawowym narzędziem informatyki jest obecnie komputer cyfrowy, czyli komputer przetwarzający dane dyskretne, możliwe do przedstawienia w postaci skończonych liczb. Decydują o tym znowu względy techniczne. Liczbę skończoną można bowiem przedstawić z absolutną dokładnością przy użyciu dość prostych środków technicznych. Operacje arytmetyczne na liczbach całkowitych można zaprojektować tak, by nie powodowały żadnych dodatkowych błędów. Wielkości analogowe przedstawiane są tymczasem zawsze w przybliżeniu, a każda kolejna operacja powoduje nieuchronny spadek dokładności obliczeń. Możemy to sami zaobserwować, dodając i odejmując długość odcinków na płaszczyźnie. W pierwszym przypadku zmierzymy odcinki linijką, a obliczenia wykonamy za pomocą kalkulatorka. W drugim przypadku posłużymy się cyrklem, a linijką zmierzymy

dopiero ostateczny rezultat. Im więcej operacji cyrklem, tym większy błąd końcowy.

Termin „liczba" kojarzy się nam na ogół z jej reprezentacją (sposobem przedstawienia) dziesiętną, używaną na co dzień. System dziesiętny jest jednak tylko jednym z nieskończenie wielu systemów przedstawiania liczb. Ta sama liczba może być bowiem przedstawiona na wiele sposobów. Wybór reprezentacji dyktują warunki techniczne. System dziesiętny, stosowany tradycyjnie w technice, nauce i życiu codziennym, jest wygodny w „ręcznych" rachunkach. W urządzeniach elektronicznych preferowany jest jednak tzw. *system dwójkowy* (*binarny*).

Symbole używane do zapisu liczb nazywamy cyframi. W systemie dziesiętnym dysponujemy dziesięcioma cyframi: 0, 1, ..., 9. Przy przechowywaniu liczb w komputerze każdą cyfrę trzeba jednak przedstawić jako stan pewnego zjawiska fizycznego, np. stanu namagnesowania lub napięcia między okładkami kondensatora. W systemie dziesiętnym trzeba by cyfrom przypisać dziesięć różnych poziomów namagnesowania lub wartości napięcia. Rozpoznawanie cyfry, zakodowanej w formie napięcia, wymagałoby niezawodnego rozróżnienia tych napięć. Jest to technicznie osiągalne, lecz złożone i kłopotliwe. Łatwiej i pewniej jest wykorzystywać tylko dwa skrajne, przeciwstawne stany pewnego zjawiska. Przykładem może być namagnesowanie fragmentu taśmy magnetycznej w jedną lub drugą stronę albo dwie możliwe wartości napięcia: np. 0V i 5V. Przy rozpoznawaniu takich stanów można pozwolić sobie na spore progi tolerancji. W związku z tym technologia produkcji elementów dwustanowych jest względnie prosta i tania.

Dysponujemy elementami dwustanowymi. Każdy z nich może zapamiętać wartości jednej cyfry dwójkowej, czyli *bit* (ang. binary digit). Nie wdając się w szczegóły techniczne oba przeciwstawne stany oznaczymy umownie jako „0" i „1". W systemie dwójkowym nie ma innych cyfr. Cyfry „0" i „1" umożliwiają jednak przedstawienie w komputerze dowolnej informacji: liczb, tekstów, rysunków, a także programów. Jako użytkownicy komputera nie będziemy musieli na szczęście borykać się z systemem dwójkowym. Chociaż we wnętrzu maszyny liczby przedstawione są w postaci dwójkowej, to przy kontaktach z człowiekiem komputer przetwarza je na dobrze nam znaną postać dziesiętną. Mimo to warto chociażby pobieżnie poznać niektóre aspekty dwójkowego systemu zapisu. Pozwoli nam to łatwiej zrozumieć niektóre właściwości współczesnego sprzętu informatycznego.

Wspomnieliśmy już, że każdy bit może przyjąć tylko jeden z dwóch stanów, oznaczonych jako „0" i „1". Pojedynczy bit może zatem przedstawić dwie różne informacje, np. cyfry 0 i 1. Dwa bity to cztery różne kombinacje: 00, 01, 10, 11. Po dodaniu każdego następnego bitu ilość niepowtarzalnych kombinacji ulega podwojeniu (w systemie dziesiętnym po dodaniu cyfry zakres możliwych do zapisania liczb wzrasta dziesięciokrotnie). Liczbę możliwych kombinacji wyraża wzór: 2^n ($2^2=4$, $2^8=256$). Systemem dwójkowym rządzą podobne reguły, jak dziesiętnym. Podstawowa różnica tkwi w fakcie, że „ważność" (waga) każdej cyfry przy przesuwaniu się w lewo wzrasta w systemie dwójkowym nie dziesięciokrotnie,

lecz tylko dwukrotnie. Jeśli rozważymy całkowitą liczbę dziesiętną, to prawa skrajna cyfra (cyfra najmniej znacząca, inaczej: najmłodsza) przedstawia liczbę jednostek, następna cyfra – liczbę dziesiątek, kolejna – setek. Waga cyfry wzrasta więc o potęgę podstawy systemu, którą jest liczba 10. W systemie dwójkowym podstawą jest cyfra 2, a wagi kolejnych cyfr są jej potęgami: 1, 2, 4, 8, 16, itd. Zapis 2507 przedstawia liczbę dziesiętną, złożoną z dwóch pełnych tysięcy, pięciu setek i siedmiu jednostek. Jeśli przyjmiemy, że ciąg cyfr: 110101 reprezentuje liczbę dwójkową, to zinterpretujemy go tak: jedna trzydziestkadwójka, jedna szesnastka, jedna czwórka i jedna jednostka, czyli 53. Zapisy: 110101 i 53 wyrażają więc tę samą liczbę: pierwszy w systemie dwójkowym, drugi – dziesiętnym.

Komputery operują najczęściej nie na pojedynczych bitach, lecz na ich większych „grupach". Taka „grupa", czyli określonej długości ciąg bitów, traktowany w poszczególnych operacjach elementarnych jako całość, nosi nazwę *słowa maszynowego*. W dużych komputerach typowa długość słowa maszynowego wynosi 32 lub 64 bity, w starszym sprzęcie – 24 bity itd. Większość nowoczesnych komputerów i wszystkie mikrokomputery osobiste pozwalają jednak korzystać z mniejszych, ośmiobitowych „porcji", zwanych *bajtami* (ang. byte). Długość słowa maszynowego jest wielokrotnością długości bajtu. W najprostszych mikrokomputerach, tzw. ośmiobitowych, słowo maszynowe jest jednym bajtem. W typowych dziś profesjonalnych komputerach osobistych mamy do czynienia ze słowem maszynowym szesnastobitowym (dwa bajty). Można przyjąć orientacyjną regułę, że im dłuższe słowo maszynowe, tym większa wydajność komputera, ale i większy koszt jego produkcji. Niezależnie od maksymalnej długości słowa maszynowego nowoczesne mini- i mikrokomputery mogą jednak z reguły operować na pojedynczych bajtach.

Szczególna rola bajtu jako podstawowej „porcji" informacji wynika głównie z faktu, że za pomocą ośmiu bitów można dość oszczędnie, ale i z niezbędnym zapasem zakodować pojedynczy znak tekstu. Tekst jest zaś podstawowym rodzajem informacji przetwarzanej i przechowywanej przez komputery. Podając ilość informacji wyrażoną w bajtach jesteśmy w stanie od razu oszacować jej objętość jako tekstu. Także przesyłanie informacji ze względów technicznych wygodnie jest organizować w niewielkich, ośmiobitowych grupach. W związku z tym pojemność pamięci komputerowych najczęściej wyraża się właśnie w bajtach. W praktyce bajt jest jednostką za małą, dlatego częściej używa się kilobajtów i megabajtów: 1 kilobajt (w skrócie 1 KB) to 1024 bajty, 1 megabajt (1 MB) przedstawia 1024 KB, czyli 1048576 bajtów (zwróćmy uwagę, że KB piszemy z dużej litery, w odróżnieniu np. od km lub kN). Dlaczego w informatyce „kilo" znaczy nie 1000, lecz właśnie 1024? Otóż $1024 = 2^{10}$, czyli w zapisie dwójkowym 10000000000. Liczba 1024, jako całkowita potęga podstawy systemu dwójkowego, jest po prostu znacznie praktyczniejsza w użyciu.

2.3. ALGORYTM I PROGRAM

Z grubsza wiemy już, co to jest informacja i dane. Przejdźmy zatem do ich przetwarzania. Z przetwarzaniem informacji mamy do czynienia na co dzień: czymże innym jest bowiem praca naszego własnego mózgu? Bardziej konkretne przykłady to: wykonywanie obliczeń, sporządzanie wykresu, tłumaczenie tekstu z jednego języka na inny. Mówiąc ogólnie, z danych posiadanych przed rozpoczęciem przetwarzania (tzw. danych wejściowych) uzyskujemy w jego wyniku inne dane, bardziej przydatne w określonym zastosowaniu (dane wyjściowe albo wynikowe). Wspomnieliśmy już, że informatyka zajmuje się automatyzacją przetwarzania informacji (jej nazwa jest przecież skojarzeniem słów: informacja i automatyka). Jakie zatem trzeba spełnić warunki, aby zastąpić pracę mózgu działaniem automatu? Niewątpliwie należy przedstawić dane w postaci odpowiedniej dla maszyny. Czy to jednak wystarczy? Niestety, nie. Trzeba jeszcze „nauczyć" maszynę określonych czynności. Móc nauczyć – to znaczy przede wszystkim: umieć samemu, czyli ogarniać wszystkie, najbardziej nawet cząstkowe i pomocnicze operacje, niezbędne do osiągnięcia celu. Znajomość celu i pobożne chęci to za mało.

„Uczenie" automatu polega na takim jego „nastawieniu", aby wykonywał w odpowiednim porządku kolejne czynności „przetwórcze", przekształcające „surowiec" (w naszym przypadku: dane wejściowe) w „wyrób" (dane wynikowe). Raz „nastawiony" automat może powtarzać „wyuczone" czynności dowolnie wiele razy. To czy „wyrób" odpowiada naszym oczekiwaniom, zależy od sposobu „nastawienia" automatu – automat jest ślepym wykonawcą woli człowieka, realizatorem sprecyzowanego przezeń tzw. algorytmu.

Pojęcie algorytmu ma w informatyce znaczenie fundamentalne. *Algorytmem* nazywamy zbiór reguł, inaczej: przepis, na rozwiązanie problemu w skończonej liczbie operacji.

W praktyce jesteśmy skłonni rozumieć algorytm jako ciąg jednoznacznie i precyzyjnie opisanych czynności, które wykonywane kolejno, krok po kroku, prowadzą do osiągnięcia wytyczonego celu. Algorytm jest więc „receptą", gwarantującą rozwiązanie postawionego problemu pod warunkiem ścisłego spełnienia założeń i dokładnej realizacji zaleceń algorytmu. Jeśli chodzi o obliczenia matematyczne, algorytm może być np. zbiorem wzorów rachunkowych wraz z kolejnością ich stosowania. Istotą algorytmicznego sposobu działania jest pełna znajomość sposobu postępowania, aż do najdrobniejszych szczegółów, i to jeszcze przed rozpoczęciem pracy nad wypełnieniem konkretnego zadania.

Z algorytmami spotykamy się często i to nieraz bezwiednie. Algorytm obliczeń może być wyrażony np. wzorem w podręczniku matematyki. Instrukcja obsługi miksera lub piecyka elektrycznego także zawiera algorytmy, tym razem sformułowane w postaci słownego opisu czynności.

Czy zdarzają się przypadki postępowania niealgorytmicznego? Ależ oczywiście. Przykładem może być praca nad wynalazkiem, tworzenie dzieła sztuki, rozwiązywanie nietypowego problemu. Rozpoczynając działanie nie wiemy

jeszcze, w jaki sposób osiągniemy sukces, liczymy jednak na to, że w toku ponawianych prób będziemy się do tego rozwiązania stopniowo przybliżać, wyciągając wnioski z niepowodzeń. Jest to metoda „prób i błędów", fachowo zwana metodą heurystyczną. W podejściu heurystycznym rozwiązanie osiągane jest etapami. Po zakończeniu każdego etapu analizowane są uzyskane wyniki i na tej podstawie precyzuje się zasady postępowania w następnym kroku. Metoda heurystyczna nie gwarantuje końcowego sukcesu. Jej zastosowanie jest możliwe tylko wtedy, kiedy wykonawca obdarzony jest zdolnością kojarzenia faktów na podstawie fragmentarycznych przesłanek i umiejętnością twórczego myślenia. Są to cechy z natury obce nawet najdoskonalszemu ze współczesnych komputerów. O automatyzacji przetwarzania informacji można więc myśleć tylko wtedy, kiedy jest dobrze znany algorytm działania. Co więcej, zarówno dane jak i sam algorytm muszą dać się przedstawić w postaci zrozumiałej dla komputera, czyli w formie ciągu liczb.

Ten sam algorytm może być zapisany w różny sposób, zależnie od możliwości i kwalifikacji przyszłego wykonawcy. Rozważmy np. przepis kucharski (też algorytm). Jeśli jest on przeznaczony dla doświadczonych pań domu, może zawierać tylko ogólne polecenia, bez zbędnych szczegółów. Gdyby natomiast przepis został zamieszczony z okazji np. „Dnia kobiet" dla tych panów, którzy raz w roku odważą się ująć w niepewną dłoń kuchenny rondel, to powinien zawierać szczegółowy opis najprostszych nawet zabiegów w rodzaju tarcia marchewki czy dozowania przypraw... Każdy wykonawca – obojętne: człowiek czy maszyna – umie wykonać pewien zestaw czynności nie wymagających dalszego precyzowania. Te czynności, niejako „wbudowane w wykonawcę" nazywamy *operacjami* (czynnościami) *elementarnymi*. Operację elementarną wykonawca jest w stanie zrealizować „za jednym zamachem", bez dalszego instruktażu. Im większe możliwości wykonawcy, tym bardziej złożone operacje elementarne może on wykonać i tym zwięźlejszy może być zapis algorytmu.

Postać algorytmu skonkretyzowaną do tego stopnia, że może ona być bezpośrednio zrealizowana przez danego wykonawcę, nazywamy *programem*. Postać programu odpowiadającego temu samemu algorytmowi dla różnych wykonawców może się znacznie różnić. Jest oczywiste, że inaczej będzie wyglądał program dla człowieka, inaczej zaś dla komputera. Pojęcie programu nie jest bynajmniej związane wyłącznie z informatyką. Zauważmy jednak, że program nie jest niczym innym, jak informacją o sposobie postępowania. W szczególności program dla komputera jest informacją o sposobie przetwarzania innej informacji. Od tej chwili przez program będziemy rozumieli wyłącznie program komputerowy.

Program komputerowy jest zbiorem ułożonych we właściwym porządku tzw. rozkazów bądź instrukcji, z których każda jest poleceniem wykonania pewnej operacji elementarnej. Oprócz opisu samych czynności program z reguły zawiera także opis sposobu przedstawienia w komputerze przetwarzanych danych, który umożliwi ich sprawne przetwarzanie. Sposób uporządkowania danych nazywany jest fachowo *strukturą danych*. Program jest więc reprezentacją algorytmu nadającą się do bezpośredniego wykonania, bo zapisanym w sposób zrozumiały dla maszyny

i uwzględniający strukturę przetwarzanych danych. Jak wygląda program komputerowy? W jaki sposób przedstawione są we wnętrzu komputera dane do przetworzenia? Aby udzielić odpowiedzi na te pytania, musimy nieco bliżej przyjrzeć się technicznym podstawom funkcjonowania typowego elektronicznego komputera cyfrowego.

2.4. PAMIĘĆ OPERACYJNA, PROCESOR, UKŁADY WEJŚCIA/WYJŚCIA

Czy znajomość zasad działania komputera jest niezbędna współczesnemu użytkownikowi środków informatycznych? Z pewnością nie. Użytkownik może traktować komputery wraz z potrzebnym mu oprogramowaniem jako „czarną skrzynkę", czyli narzędzie o określonych właściwościach użytkowych. Kierowca nowoczesnego samochodu także nie musi znać zasady działania silnika. Wystarczy opanować reguły prowadzenia samochodu. Jest jednak oczywiste, że rozumny kierowca, o elementarnej chociażby wiedzy o technicznych szczegółach budowy samochodu, potrafi lepiej wykorzystać walory swych „czterech kółek" i nie okaże się całkiem bezradny w sytuacjach awaryjnych. Podobnie ma się rzecz z komputerami, w szczególności – z komputerami osobistymi, wydanymi całkowicie „na pastwę" użytkownika.

Zasada działania praktycznie wszystkich komputerów, niezależnie od ich wielkości, jest podobna. Podobne są też podstawowe elementy. Komputer, a więc i mikrokomputer, musi zawierać przynajmniej trzy podstawowe elementy: *procesor* (w mikrokomputerze – *mikroprocesor*, ang. CPU, od Central Processing Unit), pamięć operacyjną (PAO) i układy pośredniczące w wymianie danych między komputerem a jego otoczeniem, tzw. *układy wejścia/wyjścia* (układy WE/WY, albo ang. I/O, od Input/Output).

Pamięć operacyjna służy do przechowywania zarówno danych podlegających przetwarzaniu, jak i programu – informacji o sposobie przetwarzania danych. Wspomnieliśmy już, że jedyną postacią informacji, jaką komputer może zaakceptować, są liczby dwójkowe: słowa maszynowe lub bajty. PAO jest po prostu zbiorem komórek, z których każda może pomieścić pojedyncze słowo maszynowe, a najczęściej – pojedynczy bajt. Każda komórka ma niepowtarzalny numer, zwany adresem. Aby wskazać wybraną komórkę PAO w celu np. odczytania jej zawartości, wystarczy podać adres tej komórki. Istnieją dwie zasadnicze odmiany PAO, czyli ROM (ang. Read Only Memory) i RAM (ang. Random Access Memory). Jeśli w pamięci operacyjnej mają być przechowywane programy nie ulegające w toku eksploatacji żadnym zmianom, to część PAO przeznaczona dla tych programów może służyć tylko do odczytu – jest to ROM. W takiej pamięci zawartość poszczególnych komórek jest określona już na etapie produkcji. Użytkownik nie może jej zmienić – może ją tylko odczytywać. W zamian za to pamięć ROM nie traci zawartej w niej informacji po wyłączeniu zasilania i w każdej chwili jest gotowa do pracy. Odmianą ROM jest PROM – pamięć stała, której

zawartość może określić sam użytkownik za pomocą tzw. programatora. PROM można zaprogramować tylko raz, natomiast jej wariant EPROM – co najmniej kilkadziesiąt razy. W razie potrzeby zawartość pamięci EPROM można bowiem skasować naświetlając układ scalony światłem ultrafioletowym (obudowa ma specjalne kwarcowe okienko). Udoskonaloną wersję EPROM – pamięć EEPROM – można kasować elektrycznie.

Gdyby w PAO miały być przechowywane dane do przetwarzania lub wprowadzane zależnie od potrzeb programy, to komórki pamięci musiałyby pozwalać zarówno na odczyt, jak i na wielokrotny zapis nowej informacji na każde życzenie. Takie właściwości ma pamięć RAM, zbudowana z półprzewodnikowych układów scalonych. Niestety, po odłączeniu zasilania dane zgromadzone w pamięci RAM są bezpowrotnie tracone. W praktyce często spotykamy rozwiązania mieszane. Stałe fragmenty oprogramowania umieszczone są w pamięci ROM, zaś reszta PAO jest pamięcią typu zapis–odczyt (RAM) i przechowuje dane i programy wprowadzane doraźnie lub modyfikowane w trakcie realizacji. Podstawową cechą PAO, wyróżniającą ją spośród innych typów pamięci, jest bezpośrednie połączenie z procesorem. Odczyt z dowolnej komórki PAO i zapis informacji odbywają się równie szybko i trwają zazwyczaj ułamek mikrosekundy.

Pojemność pamięci operacyjnej jest podstawowym parametrem komputera. Im większy obszar PAO, tym bardziej złożone programy można uruchamiać i tym więcej danych można równocześnie przetwarzać. Duża pojemność PAO jest szczególnie ważna np. w zastosowaniach graficznych, gdyż pamięć obrazu zajmuje dużo miejsca. Można przyjąć orientacyjnie, że tekst o objętości typowej strony maszynopisu zajmuje około 1,8 KB. Pozornie olbrzymi obszar 64 KB pozwala więc zapamiętać zaledwie trzydzieści kilka stron maszynopisu! Możliwość efektywnego wykorzystania dużej pamięci operacyjnej zależy też od typu zastosowanego mikroprocesora.

Zadanie realizacji programu w całości obciąża procesor, spełniający w systemie funkcje wykonawczo-zarządzające. Jedyną postacią programu, którą procesor może zrealizować bezpośrednio, jest tzw. postać wewnętrzna, inaczej maszynowa. Wszystkie operacje elementarne zakodowane są w postaci tzw. rozkazów maszynowych, czyli liczb dwójkowych o odpowiednich wartościach, umieszczonych w kolejnych komórkach pamięci operacyjnej komputera. Każdej operacji odpowiada charakterystyczny kod rozkazu. Procesor odczytuje rozkaz po rozkazie z kolejnych komórek PAO, analizuje je i wykonuje symbolizowane przez nie czynności. Typowe mikroprocesory realizują program maszynowy z prędkością kilkuset tysięcy rozkazów na sekundę, są to jednak operacje dość prymitywne: dodaj do siebie dwa bajty, skopiuj bajt z jednej komórki pamięci operacyjnej do drugiej, zwiększ o 1 zawartość wskazanej komórki pamięci itp. Prostsze mikroprocesory nie dysponują nawet rozkazami mnożenia i dzielenia liczb całkowitych. Operacje te trzeba zastępować wielokrotnym dodawaniem i odejmowaniem. O ile na przykład dodanie dwóch szesnastobitowych liczb całkowitych trwa dwie mikrosekundy, to mnożenie może trwać wtedy dwieście mikrosekund. Widać więc, że sama szybkość wykonywania rozkazów maszynowych nie jest jeszcze uniwersalnym wskaźnikiem

prędkości rozwiązywania rzeczywistych problemów. Liczba rozkazów maszynowych wynosi, zależnie od typu mikroprocesora, od kilkudziesięciu do kilkuset. Im obfitsza lista rozkazów, tym efektywniejsze programy maszynowe można tworzyć. Z drugiej strony, bogactwo rozkazów stawia programiście większe wymagania.

Wspomnieliśmy, że mikroprocesory różnią się długością słowa maszynowego. Najczęściej spotykane są CPU ośmiobitowe i szesnastobitowe. Co do kryteriów podziału panują spore rozbieżności. W dalszych rozważaniach za ośmiobitowe uznamy te procesory, które podstawowe operacje wykonują na liczbach jednobajtowych i podczas zapisu w PAO lub odczytu z niej przesyłają informacje wyłącznie w „porcjach" jednobajtowych. W komputerach osobistych najpopularniejsze są procesory typu MOS 6502 i Z80. Pozwalają one zbudować niewielkim kosztem prosty, lecz funkcjonalny mikrokomputer. Są też ograniczenia. W obydwu procesorach adres komórki PAO jest liczbą dwubajtową, a więc procesory te mogą adresować tylko 2^{16} bajtów = 64 KB RAM. Można, co prawda, podzielić większą pamięć na przełączane segmenty (banki), ale jest to dość kłopotliwe. Prostsze mikroprocesory ośmiobitowe wymagają też stałej lokalizacji programów maszynowych w PAO. Oznacza to, że program będzie działał poprawnie tylko wówczas, gdy zostanie umieszczony w ściśle określonych, przewidzianych z góry, komórkach pamięci. Uniemożliwia to elastyczną gospodarkę pamięcią operacyjną. Nie można np. bezpośrednio załadować do PAO i równocześnie użytkować kilku różnych, dowolnie wybranych programów, mimo że ogólna pojemność pamięci jest wystarczająca. Wad tych nie mają nowocześniejsze mikroprocesory szesnastobitowe.

Najpopularniejszymi dziś w komputerach osobistych procesorami szesnastobitowymi są: INTEL 8086 i INTEL 8088. Właściwie trudno mówić o ich dwóch typach, gdyż 8088 jest pod względem programowym identyczny z 8086. Jedyna istotna różnica między nimi polega na tym, że INTEL 8086 jest „czystym" procesorem szesnastobitowym, bowiem może odczytywać i zapisywać w jednej operacji całe, dwubajtowe słowo maszynowe. INTEL 8088 zaś potrafi za jednym razem przesłać tylko pojedynczy bajt i jest pod tym względem podobny do procesorów ośmiobitowych. INTEL 8088 umożliwia więc zbudowanie komputera tańszego, ale i o około 30% wolniejszego niż INTEL 8086. Programy przygotowane dla jednego z procesorów będą natomiast bez żadnych ograniczeń wykonywane przez drugi.

INTEL 8086/8 ma znacznie bogatszą listę rozkazów niż MOS 6502 czy Z80, „potrafi" mnożyć i dzielić, szybko tłumaczyć kody itd. Dzięki temu jego wydajność jest kilkakrotnie większa od „ośmiobitowców". Może on korzystać z PAO o pojemności do 1 MB. Oprócz tego w prosty sposób osiągalna jest zmiana lokalizacji programów w PAO.

W ostatnim czasie coraz większe znaczenie zdobywają nowoczesne procesory o słowie maszynowym 32-bitowym, zwłaszcza MOTOROLA 68000 (przesyłanie danych w porcjach 16-bitowych) i MOTOROLA 68020 (porcje 32-bitowe). Mogą one korzystać bezpośrednio z PAO o pojemności do 16 MB, dysponują bogatym zbiorem złożonych instrukcji, posiadają też mechanizmy ułatwiające pracę

wieloprogramową (pozornie równoczesną realizację kilku programów). Podobne właściwości mają: szesnastobitowy INTEL 80286 i trzydziestodwubitowy INTEL 80386. Obydwa są rozwinięciem koncepcji 8086 i akceptują oprogramowanie napisane dla „starszych braci" 8086 i 8088.

Omawiając mikroprocesory nie wolno zapomnieć, że ich zastosowanie to nie tylko komputery osobiste. Wyspecjalizowane mikrokomputery stosowane są powszechnie w układach automatyki przemysłowej, coraz częściej stają się też składnikami urządzeń powszechnego użytku, jak pralki automatyczne, sprzęt Hi-Fi i video, aparaty fotograficzne czy samochody. W wielu przypadkach potrzebny jest mikrokomputer o skromnych możliwościach, za to tani i łatwy w produkcji. Wymagania te spełniają najlepiej tzw. mikrokomputery jednoukładowe (inaczej – jednomodułowe), jak np. INTEL 8048. Podczas, gdy zwykły mikroprocesor musi współpracować z wieloma zewnętrznymi układami uzupełniającymi, np. pamięciami RAM i ROM, mikrokomputer jednoukładowy łączy we wspólnej strukturze krzemowej wszystkie podstawowe elementy komputera. Końcówki służą zatem w większości do bezpośredniego podłączenia urządzeń współpracujących z komputerem, np. czujników, przekaźników, elementów wykonawczych. Możliwości obliczeniowe takiego komputera są skromne, lecz całkiem wystarczające do sterowania pralką lub drukarką. W pamięci ROM zawarty jest stały program działania, uruchamiany automatycznie po włączeniu zasilania (pamięć RAM przechowuje tylko dane). Program jest wpisywany w układ już na etapie produkcji. Użytkownik nie ma więc możliwości samodzielnego programowania mikrokomputera jednoukładowego (z wyjątkiem specjalnych odmian do celów prototypowych). Nie jest to jednak potrzebne, gdyż układy te są stosowane w sprzęcie produkowanym masowo. Mikrokomputer jednoukładowy nie wymaga praktycznie żadnych układów pomocniczych, dzięki czemu jego zastosowanie jest bardzo tanie. To właśnie mikrokomputery jednoukładowe torują mikroelektronice drogę do powszechnych zastosowań we wszystkich dziedzinach życia codziennego.

Procesor wraz z pamięcią operacyjną tworzy „mózg" komputera, czyli w tradycyjnym nazewnictwie tzw. *jednostkę centralną*. Sama jednostka centralna warta jest jednak akurat tyle, co mózg bez sieci włókien nerwowych, odbierających bodźce i przekazujących dyspozycje do mięśni. Wymianę informacji z otoczeniem umożliwiają mikrokomputerowi wspomniane już układy wejścia/wyjścia WE/WY. Układy WE/WY połączone są z jednej strony z mikroprocesorem, z drugiej – z zewnętrznymi nadajnikami i odbiornikami informacji. Do końcówek układu wejścia doprowadzone są różne sygnały elektryczne, których znajomość może być komputerowi potrzebna. Gdy ten ostatni chce poznać stan wejść układu, zwraca się do niego jak do komórki pamięci i odczytuje liczbę dwójkową. Każdy bit tej liczby odzwierciedla stan jednej z końcówek wejściowych układu (np. napięcie = 0V oznacza: bit = „0", napięcie = 5V oznacza: bit = „1"). Kiedy komputer musi wyprowadzić jakąś informację na zewnątrz, zwraca się do układu wyjścia, także traktując go na podobieństwo komórki PAO, lecz tym razem wpisując do niego

odpowiednią liczbę. Każdy jej bit decyduje o tym, jakie napięcie pojawi się na ściśle określonej końcówce układu wejściowego. Do końcówki tej wystarczy dołączyć np. przekaźnik i już można sterować grzejnikiem lub silnikiem elektrycznym.

2.5. URZĄDZENIA PERYFERYJNE I INTERFEJSY

Możliwości obliczeniowe mikroprocesora byłyby sztuką dla sztuki, gdyby nie mógł on pobierać danych ze swego otoczenia ani wysyłać rezultatów przetwarzania do określonych odbiorców w celu ich zużytkowania. Do wymiany danych z otoczeniem niezbędne są więc urządzenia peryferyjne. Cóż oznacza ten termin?

Mianem *urządzeń peryferyjnych* (*urządzeń zewnętrznych*) określa się te elementy systemu komputerowego, które nie wchodzą w skład jednostki centralnej komputera, lecz są sterowane bezpośrednio przez nią i pełnią istotną rolę w obiegu informacji w systemie. W szczególności chodzi tu o wszelki sprzęt przeznaczony do wprowadzania i wyprowadzania informacji z komputera. Zadaniem *urządzeń wejściowych* jest przy tym przekształcić dane z postaci tzw. zewnętrznej (np. stosowanej przez ludzi) na postać wewnętrzną, czyli zakodowane elektronicznie liczby dwójkowe. *Urządzenia wyjściowe* realizują działania odwrotne: przekształcają wewnętrzną reprezentację informacji w komputerze (liczby dwójkowe) na postać zrozumiałą dla odbiorcy: dźwięki, napisy, rysunki itd. Kombinację urządzenia wejściowego i wyjściowego, służącą do prowadzenia dialogu z komputerem, nazywa się *końcówką konwersacyjną* (*dialogową*) albo po prostu *końcówką* (ang. terminal). Przykładem peryferyjnego urządzenia wyjściowego może być monitor ekranowy, drukarka, syntetyzator dźwiękowy. Typowe urządzenia wejściowe to klawiatury, czytniki kart i taśm perforowanych, czytniki dokumentów itd. Funkcję końcówek dialogowych pełnią przeważnie monitory ekranowe sprzężone z klawiaturą. W przypadku komputerów osobistych najczęściej trudno wyodrębnić końcówkę konwersacyjną, jest ona bowiem ściśle zintegrowana z resztą urządzenia.

Urządzenia peryferyjne dołączone są do jednostki centralnej komputera za pośrednictwem tzw. *interfejsów* (ang. interface), inaczej sprzęgów, „dopasowujących" urządzenia peryferyjne do jednostki centralnej. Urządzenia peryferyjne budowane są czasem inną technologią niż jednostka centralna, ich tryb pracy zaś różni się znacznie od trybu pracy jednostki centralnej komputera. Zadaniem interfejsu jest w tej sytuacji dopasowanie do siebie sygnałów w urządzeniu peryferyjnym i w komputerze tak pod względem elektrycznym (np. napięcia i prądów), jak i pod względem tzw. protokołu transmisji. Protokół transmisji to przyjęta, uzgodniona zasada przesyłania informacji, określająca funkcję poszczególnych sygnałów elektrycznych, kolejność ich występowania w czasie itd. W skład interfejsu wchodzą wytwarzające niezbędne sygnały sterujące układy elektroniczne (w tym komputerowe układy WE/WY) oraz linie informacyjne (w praktyce – przewody elektryczne) przesyłające sygnały i dane od urządzenia peryferyjnego do komputera i odwrotnie. Bardziej złożone interfejsy zawierają czasem nawet własny

mikrokomputer, przeważnie jednoukładowy. Ponieważ z praktycznego punktu widzenia interfejsy mają pierwszorzędne znaczenie dla użytkownika, poświęcimy im nieco uwagi.

Istnieją dwa podstawowe rodzaje interfejsów: równoległe i szeregowe. *Interfejs równoległy* przesyła równocześnie całą grupę bitów, najczęściej kompletny bajt. Każdy bit ma swoją własną linię (przewód); prócz niej występuje jeszcze przynajmniej jedna linia, tzw. strobująca. Służy ona do sygnalizacji chwili, w której na liniach przesyłających dane ustawiony został kolejny bajt. Przypuśćmy, że znajdujemy się w pomieszczeniu, w którym jedyną łączność ze światem zapewnia dziewięć lampek. Kolega przekazuje nam znak po znaku tekst zakodowany w formie liczb dwójkowych. Skupiamy uwagę na dziewiątej żaróweczce. W chwili, gdy rozbłyśnie ona na krótko, odczytujemy i rozszyfrowujemy stan pozostałych ośmiu lampek, po czym znów oczekujemy na rozbłysk dziewiątej, który oznacza: „dane gotowe do odczytu". Zachodzące w tym czasie zmiany stanu innych lampek nic nas nie obchodzą. Tak właśnie działa typowy interfejs równoległy, np. bardzo rozpowszechniony interfejs typu Centronics. Interfejs Centronics jest praktycznie standardem przy łączeniu komputerów osobistych z drukarkami. Jeśli komputer wyposażony jest w interfejs Centronics, to będzie można podłączyć do niego większość drukarek. I odwrotnie, drukarkę ze złączem Centronics będzie można połączyć niemal z każdym komputerem profesjonalnym i większością domowych.

Interfejs szeregowy przesyła kolejno bit po bicie. Bity wędrują „gęsiego" po jednym przewodzie. Wróćmy na chwilę do naszej zamkniętej izby. Teraz znajduje się w niej tylko jedna lampka, w zamian za to na stole leży stoper. Ujmujemy w dłoń czasomierz i wpatrujemy się w lampkę. Na razie jest ciemna, lecz po chwili rozbłyskuje. Pierwszy rozbłysk jest ostrzeżeniem i sygnałem do odmierzania czasu. Od tego momentu co sekundę notujemy stan żarówki: zgaszona oznacza bit = „0", zapalona oznacza bit = „1". Po dziewięciu sekundach lampka gaśnie na dobre. Osiem bitów, odczytanych w kolejnych sekundach, tworzy bajt. Zauważmy, że do odczytu informacji potrzebna była nie tylko obserwacja stanu linii, ale i znajomość tempa nadawania (jak długo na linii utrzymuje się stan odpowiadający jednemu bitowi). Gdyby nadawca wysyłał bity co pół sekundy, odbiór byłby błędny. Prędkość transmisji wyrażamy w bitach na sekundę, czyli w tzw. *bodach* (w skrócie: bd). W naszym przykładzie dane były przekazywane z prędkością 1 bd.

Przedstawiona zasada pracy interfejsu szeregowego nie jest jedyną możliwą, ale ilustruje sposób funkcjonowania bardzo rozpowszechnionego, uniwersalnego interfejsu szeregowego typu V.24, inaczej RS232. Jego zaletą jest to, że w najprostszym przypadku do przesyłania danych w jedną stronę potrzebne są tylko dwa przewody, w obie strony zaś – trzy. Czasem dochodzą jeszcze dodatkowe przewody, np. sygnalizujące nadawcy chwilowe nieprzygotowanie odbiorcy do przyjęcia danych. Jeśli chodzi o prędkość transmisji, to możliwych jest wiele wartości, np.: 150, ..., 1200, 2400, 4800, 9600 i 19200 bodów. Wybór prędkości transmisji zależy od jakości linii przesyłowej: szybsza transmisja jest bardziej wrażliwa na zakłócenia i ograniczenia toru transmisyjnego. W każdym jednak

przypadku nadajnik i odbiornik muszą być ustawione na tę samą prędkość transmisji. W komputerze prędkość transmisji można zwykle wybrać programowo, urządzenia peryferyjne zaś miewają w tym celu specjalne przełączniki. Mimo że wiele drukarek i innych urządzeń peryferyjnych jest wyposażonych w interfejs V.24, to podstawowym jego przeznaczeniem jest dołączanie do komputerów końcówek konwersacyjnych i łączenie komputerów między sobą. W odróżnieniu od złącza Centronics, interfejs V.24 pozwala bowiem przesyłać informację w dwóch kierunkach.

Interfejs równoległy transmituje dane szybciej, wymaga jednak wielu przewodów (osobna linia dla każdego bitu). Interfejsy szeregowe działają wolniej i wymagają dopasowania prędkości transmisji, ale ponieważ najczęściej zadowalają się dwuprzewodową linią transmisyjną, to lepiej nadają się do komunikacji na większe odległości z wykorzystaniem np. łącza telefonicznego.

3. UMEBLOWANIE WARSZTATU CZYLI HARDWARE

Relacja między komputerem a jego oprogramowaniem przypomina związek między warsztatem rzemieślnika a jego narzędziami. Rozmiary warsztatu, jego instalacje i umeblowanie decydują bowiem o rodzaju narzędzi, jakich można użyć, oraz o wydajności pracy. Zacznijmy więc od przeglądu „mebli warsztatowych", czyli komputerów osobistych i urządzeń peryferyjnych. Wśród tych ostatnich można wyróżnić pamięci zewnętrzne (masowe), urządzenia do utrwalania danych na papierze (drukarki i plottery) oraz urządzenia do wymiany informacji zarówno między człowiekiem a komputerem, jak i między różnymi komputerami. W języku informatyków sprzęt komputerowy określany jest słowem hardware.

3.1. KOMPUTERY OSOBISTE DOMOWE I PROFESJONALNE

Terminem *komputer osobisty* (ang. Personal Computer, w skrócie PC) określano pierwotnie wszystkie uniwersalne mikrokomputery tworzące, wraz z monitorem i klawiaturą, zwartą całość, swobodnie mieszczącą się na biurku i użytkowaną przez pojedynczą osobę. Z biegiem czasu komputerami osobistymi zaczęto nazywać mikrokomputery wyższej klasy, przeznaczone do zastosowań profesjonalnych, głównie biurowych. Tanie i proste komputery osobiste, przeznaczone do użytku amatorskiego – głównie do gier – zwane są *komputerami domowymi* (ang. Home Computer). Postęp techniczny sprawia, że dzisiejsze komputery domowe przewyższają wieloma parametrami technicznymi sprzęt profesjonalny sprzed kilku lat. Mimo to między obydwoma kategoriami mikrokomputerów istnieją dość wyraźne różnice.

Komputery domowe wytwarzane są masowo, a ich konstrukcja podporządkowana jest głównie ograniczeniu kosztów produkcji. Komputery domowe mogą być zazwyczaj użytkowane już w minimalnym zestawie. W jego skład wchodzi konsola z klawiaturą, oddzielny zasilacz sieciowy oraz domowy odbiornik TV jako monitor. Funkcję najprostszej pamięci zewnętrznej może spełniać zwykły magnetofon kasetowy. Taki komplet w zupełności wystarcza do gier telewizyjnych lub do nauki programowania. Z uwagi na głównie rozrywkowe zastosowania, komputery

domowe dysponują zwykle niezłymi możliwościami muzycznymi oraz barwną grafiką ze środkami ułatwiającymi animację ekranu. Stosowane są w nich głównie mikroprocesory ośmiobitowe (Z80, 6502, 6510). Pojemność pamięci operacyjnej rzadko przekracza 64 KB, a interfejsy są często zredukowane do minimum. Prawie wszystkie komputery domowe mają „wbudowany" na stałe język programowania Basic, gotowy do pracy natychmiast po włączeniu zasilania. Aby ułatwić uruchamianie gier, wiele komputerów domowych posiada gniazdo do przyłączania z zewnątrz dodatkowej pamięci stałej z gotowym programem, np. grą. Wymiana programu zajmuje zaledwie kilka sekund i nie wymaga prawie żadnego obycia z komputerem.

Praktycznie wszystkie komputery domowe pozwalają dołączać z zewnątrz różnorodny osprzęt: joysticki, stacje dysków elastycznych, drukarki itd. Bardzo często jednak stosowane interfejsy są nietypowe, co skazuje użytkowników na korzystanie wyłącznie z osprzętu dostarczanego przez producenta mikrokomputera. Na ogół trudno poważnie myśleć o adaptacji komputerów domowych do zastosowań profesjonalnych. Stawiane w nich wymagania są bowiem zupełnie inne niż w grach lub w edukacji. Przykładem może być pojemność ekranu. Odbiornik TV w roli monitora pozwala rozróżnić w poziomie najwyżej około 400 punktów. Rozdzielczość graficzna typowych komputerów domowych nie przekracza więc 320×200 punktów (320 punktów w poziomie, 200 w pionie). Nie pozwala to z kolei na czytelne przedstawienie w jednym wierszu więcej niż 40 znaków. Wystarcza to w grach lub w programach uczących, lecz nie przy redagowaniu tekstów, projektowaniu lub tworzeniu złożonego oprogramowania.

Profesjonalny komputer osobisty jest narzędziem pracy. W związku z tym powinna cechować go, prócz odpowiedniej wydajności i niezawodności, także i wygoda obsługi. Komputer osobisty musi stanowić zwartą i solidną całość – plątanina przewodów od monitorów, zasilaczy itd. na stanowisku pracy jest niedopuszczalna. Klawiatura powinna być ergonomiczna i znormalizowana – w przeciwnym razie osoby biegłe w pisaniu na maszynie będą miały trudności ze zmianą nawyków. Ekran musi mieścić co najmniej 25 wierszy po 80 znaków, co mniej więcej odpowiada formatowi typowych dokumentów. Walory dźwiękowe, a często także graficzne (zwłaszcza w zakresie barwy i animacji) odgrywają natomiast pośledniejszą rolę. Użytkownik najczęściej korzysta z gotowych programów, dlatego komputery profesjonalne często nie mają wbudowanego na stałe interpretera języka Basic. Całe oprogramowanie ładowane jest z pamięci masowych po rozpoczęciu pracy, zapewnia to komputerowi większą elastyczność.

Komputery profesjonalne są budowane najczęściej z użyciem procesorów 16-bitowych, pozwalających operować na dużej pamięci operacyjnej, sięgającej 1 MB i więcej. Właśnie pojemność PAO ma najczęściej decydujący wpływ na efektywność komputera – większy nawet niż szybkość pracy procesora. Integralnym składnikiem każdego komputera osobistego jest szybka pamięć masowa. W większości praktycznych zastosowań niezbędne są duże zbiory danych, o objętości co najmniej kilkuset KB, do których to danych można uzyskać dostęp w czasie nie przekraczającym kilku sekund. Nawet najprostsze komputery osobiste mają po

jednej, a zwykle dwie *stacje* (napędy, ang. drive) *minidysków* o pojemności 360–1440 KB. Sposób zapisu danych na dyskach (format) jest zwykle znormalizowany, co ułatwia wymianę danych na *dyskietkach* (ang. floppy disk) między różnymi komputerami. Droższe modele komputerów posiadają dodatkowo tzw. *twardy dysk* (ang. hard disk), mieszczący 10–80 MB. Wszystkie komputery osobiste zaś posiadają znormalizowane interfejsy umożliwiające dołączenie większości typowych drukarek, plotterów itp.

O ile komputery domowe budowane są najczęściej jako zamknięte całości, o tyle wśród sprzętu profesjonalnego dominuje zasada „składanki z klocków". Istnieje pewien szkielet, minimalny zestaw sprzętu, który komputer musi zawierać, aby mógł funkcjonować. Całą resztę użytkownik może wybierać wedle potrzeb. Może wbudować dodatkowe pamięci masowe i interfejsy, powiększyć pamięć operacyjną, zainstalować przystawki zwiększające rozdzielczość graficzną, co ma znaczenie np. przy komputerowym wspomaganiu projektowania. Zamontowanie tych urządzeń polega na ogół tylko na włożeniu gotowej płytki drukowanej w przygotowane zawczasu, uniwersalne gniazda na płycie montażowej komputera. Komputery profesjonalne charakteryzują się więc tzw. otwartą (zdatną do rozbudowy) architekturą.

W porównaniu z barwną mozaiką na rynku komputerów domowych, na którym każdy producent lansuje własny system, wśród sprzętu profesjonalnego panuje daleko idąca uniformizacja. Chociaż producentów jest bardzo wielu, większość z nich dostosowuje swój sprzęt do tego, który produkują wiodące przedsiębiorstwa, takie jak IBM z USA. Większość wytwarzanych dziś komputerów osobistych jest bardzo zbliżona do jednego z trzech popularnych modeli marki IBM: PC, XT i AT. Celem jest zapewnienie zgodności programowej z komputerami IBM, dla których istnieje bardzo bogate oprogramowanie użytkowe. O praktycznej użyteczności komputera decyduje bowiem w mniejszym stopniu techniczna finezja, a w znacznie poważniejszym – dostępność oprogramowania, jego uniwersalność i walory funkcjonalne. Komputery zgodne programowo z rynkowymi standardami nazywane są *kompatybilnymi* (np. komputer kompatybilny z IBM PC, to komputer zdolny do wykorzystania oprogramowania stworzonego dla IBM PC). Nie bez znaczenia jest fakt, że wielu niezależnych wytwórców buduje przystawki, które rozszerzają możliwości komputerów osobistych. Dla systemów najpopularniejszych istnieje oczywiście największy wybór takich urządzeń. Gdy produkowany komputer jest zgodny z którymś ze standardów, może wówczas korzystać z całego obfitego zestawu programów.

W wielu zawodach wymagających intensywnego wysiłku umysłowego i sprawności działania komputer osobisty powinien być dostępny w każdej chwili. Konwencjonalny mikrokomputer najlepiej czuje się na biurku. Pierwsze próby stworzenia przenośnych komputerów osobistych podjęła firma Osborne już w roku 1980. W sporej walizce, przypominającej futerał maszyny do szycia, umieszczono komputer osobisty wraz z małym monitorem i dwoma stacjami pamięci masowej na dyskach elastycznych. Klawiaturę zmyślnie zlokalizowano na wewnętrznej stronie pokrywy kuferka. Urządzenia tego typu były przenośne, lecz masa powyżej

10 kg i zależność od sieci zasilającej utrudniały zabieranie ich w podróż służbową lub przenoszenie z konferencji na konferencję. Zmianę przyniosły układy scalone wykonane technologią CMOS o znacznie mniejszym poborze mocy oraz wyświetlacze na ciekłych kryształach (LCD) o dużej powierzchni ekranu. Już w roku 1983 pojawiły się pierwsze *mikrokomputery „aktówkowe"* lub *podręczne* (ang. handheld) w postaci płaskich pudełek wielkości arkusza A4, o wadze 3–5 kg. Wbudowane akumulatorki pozwalają na wielogodzinną pracę np. podczas podróży samochodem lub samolotem. Pojemność ekranu nie ustępuje komputerom biurkowym, pamięć RAM ma tzw. podtrzymanie, dzięki czemu nie traci zawartości przez wiele dni lub tygodni po wyłączeniu komputera. Coraz częściej w obudowie znajduje miejsce pamięć na dyskach elastycznych, a nawet na dyskach twardych. Komputery podręczne są droższe od biurkowych, lecz coraz chętniej używane zwłaszcza przez personel kierowniczy, ruchliwych przedstawicieli wolnych zawodów itd.

Po okresie fascynacji grami wielu posiadaczy komputerów domowych myśli o wykorzystaniu swego sprzętu w pracy zawodowej. Dla tej grupy przeznaczona jest nowa generacja komputerów domowych mających najważniejsze zalety sprzętu profesjonalnego, takie jak dobra klawiatura, ekran mieszczący 80 znaków w wierszu oraz możliwość korzystania z części oprogramowania stosowanego w mikrokomputerach biurowych. Pamięć na dyskietkach i monitor są często integralnymi częściami systemu. Wydajność tych maszyn jest oczywiście mniejsza niż typowego sprzętu profesjonalnego, lecz wystarcza np. do podręcznych kalkulacji czy redagowania tekstów. Oprócz tego komputery tej klasy mają niezłe właściwości graficzne i muzyczne, dzięki czemu dobrze nadają się do gier. Odzwierciedla to dążenie do poszerzenia zastosowań komputera domowego i udostępnienia go całej rodzinie.

3.2. PAMIĘCI MASOWE

Pamięć masowa to komputerowe urządzenie peryferyjne służące do przechowywania danych i programów w danej chwili nie wykorzystywanych lub nie mieszczących się w pamięci operacyjnej. Zapis danych w pamięci masowej odbywa się na zasadzie magnetycznej, a ostatnio coraz częściej – optycznej (laserowej) i ma charakter trwały. Informacja może być więc przechowywana przez dłuższy czas. Pamięć masowa ma z reguły pojemność wielokrotnie przewyższającą pojemność pamięci operacyjnej. Nośniki pamięci (taśmy, dyskietki) są zwykle wymienne. W tym przypadku pojemność pamięci masowej jest praktycznie nieograniczona, nośniki zaś mogą służyć do przenoszenia informacji między komputerami. Zalety te okupione są znacznie dłuższym, niż w pamięci operacyjnej, czasem dostępu do zapisanej informacji. Wynosi on od kilku milisekund do kilku minut.

Synonimem „pamięci masowej" jest „pamięć zewnętrzna". Ten drugi termin pochodzi z okresu, w którym pamięci masowe były monstrualnymi szafami o wadze kilkuset kilogramów. Dziś miniaturowe pamięci zewnętrzne mieszczą się z

łatwością w obudowie komputera osobistego. Podstawowa różnica między PAO a pamięciami zewnętrznymi polega na tym, że procesor nie ma bezpośredniego dostępu do zapisanej w niej informacji. Jeżeli dane zawarte w pamięci masowej mają zostać poddane przetwarzaniu, to najpierw muszą zostać przeniesione do pamięci operacyjnej. Podobnie jak inne urządzenia peryferyjne także i pamięci masowe są dołączane do jednostki centralnej za pomocą interfejsów.

Magnetofon kasetowy jest najprostszą pamięcią masową, stosowaną wyłącznie w komputerach amatorskich. Zwykle można zastosować dowolny magnetofon powszechnego użytku. Niekiedy stosuje się specjalne magnetofony cyfrowe z możliwością sterowania przez komputer ruchem taśmy. Taśma kasetowa jest wiotka, wrażliwa na zanieczyszczenia i uszkodzenia mechaniczne, nie zapewnia więc danym odpowiedniego bezpieczeństwa. Wielkim mankamentem jest też długi czas wyszukiwania zapisanej informacji.

Dysk elastyczny (ang. floppy disk) lub potocznie – *dyskietka*, jest dziś najpopularniejszym w technice mikrokomputerowej nośnikiem informacji. Zapis danych na dyskietce i odczyt z niej odbywa się w tzw. stacji dysków elastycznych lub jednostce pamięci na dyskach elastycznych (ang. drive).

Omówmy pokrótce zasadę pracy pamięci dyskietkowej. W prostokątnej kopercie, wyłożonej od wewnątrz materiałem czyszcząco-poślizgowym, wiruje krążek elastycznej folii. W komputerach osobistych najpowszechniej używane są krążki o średnicy 5,25 cala (*minidyskietki*). Silnik elektryczny wprawia krążek w ruch wirowy z prędkością 5 lub 6 obr./s, z tym że napęd uruchamiany jest tylko przed operacjami zapisu i odczytu. Krążek pokryty jest z obydwu stron czynną magnetycznie warstewką, podobną do używanej w taśmie magnetofonowej. Przez wycięcie w kopercie, do dysku dotyka głowica zapisu/odczytu. Jest ona zdolna do przemieszczeń wzdłuż jego promienia i do ustawiania się na każdej z kilkudziesięciu koncentrycznych ścieżek (głowica także ustawiana jest elektrycznie). Na jednej stronie minidyskietki mieści się 35, 40 (typowo) lub 80 ścieżek. Zapis i odczyt odbywa się na zasadzie magnetycznej, jak w magnetofonie. Niektóre pamięci dyskietkowe wykorzystują dyskietkę tylko z jednej strony, inne zaś obustronnie. W zależności od sposobu zapisu, liczby wykorzystanych stron i liczby ścieżek, typowa pojemność jednej dyskietki waha się od około 160 KB do 1,2 MB. Na rynku jednak pojawiają się już pamięci dyskietkowe o pojemnościach kilkakrotnie większych. W odróżnieniu od pamięci operacyjnej, na dysku nie można zapisywać lub odczytywać pojedynczych bajtów. Najmniejszą jednostką organizacyjną jest blok, liczący przykładowo 128, 256 lub 512 bajtów. Między komputerem a pamięcią dyskową przesyłane są więc całe bloki.

Pewną wadą dyskietek jest ich wrażliwość na zanieczyszczenia lub uszkodzenia mechaniczne. Przypadkowe dotknięcie palcem powierzchni warstwy magnetycznie czynnej często kończy się niemożnością odczytu danych z dysku. Ostatnio coraz większą popularność zdobywają tzw. *mikrodyskietki* o średnicach 3 do 3,5 cala. W odróżnieniu od minidysków ich koperta jest sztywna, a wycięcie dla głowicy, po wyjęciu dyskietki ze szczeliny stacji, często jest zamykane plastikowym języczkiem. Zapewnia to dyskom większą trwałość, a danym – lepszą ochronę. Bez

większego ryzyka mikrodyskietki można przenosić np. w kieszeni marynarki. Zalety mikrodysków wróżą im wielką przyszłość.

Jeśli pojemność dyskietki nie wystarcza, lub niezbędna jest szczególnie szybka wymiana danych z pamięcią masową, stosuje się pamięci dyskowe z tzw. *twardymi dyskami*. W komputerach osobistych prawie wyłącznie stosowane są dyski typu Winchester. Nazwa ta określa opracowaną przez firmę IBM nowoczesną technologię produkcji pamięci dyskowych, cechujących się małymi wymiarami. Aluminiowy dysk o średnicy nie większej od 5,25 cala jest pokryty lakierem magnetycznym i zamknięty w hermetycznej obudowie, starannie oczyszczonej z najdrobniejszych ziarenek pyłu. Ostrożność jest niezbędna, gdyż dysk wiruje z prędkością kilkudziesięciu (zwykle 60) obrotów/s, głowica zaś unosi się nad jego powierzchnią na poduszce powietrznej w odległości ułamka mikrometra. Najmniejsze zanieczyszczenie spowodowałoby zarysowanie powierzchni dysku i utratę informacji. Poza tym zasada działania jest podobna do zasady działania pamięci dyskietkowych. Typowa pojemność dysku wynosi 10–80 MB, przy czym istnieje tendencja do jej szybkiego wzrostu. Niestety, w odróżnieniu od dyskietki, dysk typu Winchester jest niewymienny (inne systemy mogą mieć dyski wymienne). Dlatego w komputerach wyposażonych w dysk typu Winchester instaluje się dodatkową stację dyskietek, służącą do wymiany programów i danych z innymi komputerami.

Ważnym problemem jest ochrona informacji, zwłaszcza gdy komputer używany jest np. w księgowości. Na twardym dysku mieszczą się dane o działalności sporego przedsiębiorstwa. Awaria dysku miałaby więc równie fatalne następstwa, co np. pożar archiwum. W państwach kapitalistycznych znane są przypadki bankructwa przedsiębiorstw z powodu niefortunnej utraty szczególnie istotnych danych w pamięci komputera. Najlepszym środkiem zaradczym jest częste kopiowanie zawartości dysku na inny nośnik, w żargonie informatyków tzw. „zrzut" zawartości dysku. Przepisywanie 20 MB na dyskietki o pojemności 360 KB zajęłoby wiele godzin (około 60 dyskietek!). Dlatego do sporządzania kopii danych z dysków twardych stosuje się specjalne jednostki taśmy magnetycznej (ang. streamer). Nośnikiem jest w nich szeroka, wytrzymała i bardzo starannie sprawdzona taśma umieszczona w specjalnych kasetach. Pamięć skonstruowana jest pod kątem jak najszybszego zapisu i odczytu. Kopiowanie pełnego dysku na taśmę zajmuje zwykle nie więcej niż kilkanaście minut. W przypadku awarii, po zainstalowaniu nowej jednostki pamięci, wystarczy przepisać dane z taśmy na dysk i ponownie wprowadzić nowe dane wpisane na dysk w okresie między ostatnim „zrzutem" a awarią. Gdy „zrzut" odbywa się codziennie, to takie ryzyko jest do przyjęcia.

Wszystkie pamięci dyskowe mają wspólną cechę: ruchome nośniki i głowice. Stanowi to ich słabą stronę. Stacje pamięci są dość duże i ciężkie, a przy tym wrażliwe na uszkodzenia mechaniczne i zanieczyszczenia. Poruszanie nośnika i głowic łączy się ze znacznym poborem mocy, szczególnie odczuwalnym w urządzeniach o zasilaniu bateryjnym. Trwają jednak intensywne prace nad pamięciami masowymi pozbawionymi elementów ruchomych. Największe nadzieje wiązane są z produkowaną już seryjnie magnetyczną pamięcią pęcherzykową. Zasada jej pracy jest dość złożona i bazuje na efektach magnetycznych w

skali mikroskopowej, ściślej – polega na sterowanym ruchu tzw. domen w ferromagnetyku pod wpływem zewnętrznego pola magnetycznego. Cała pamięć o pojemności do kilku milionów bitów mieści się w zwartej obudowie, przypominającej układ scalony. Po wyłączeniu zasilania zapamiętana informacja może być przechowywana dowolnie długo. Jak na razie jednak pamięci pęcherzykowe są dość kosztowne. Stosuje się je głównie w sprzęcie wojskowym, układach automatyki przemysłowej oraz niektórych podręcznych komputerach osobistych wyższej klasy.

Spadek cen i wzrost pojemności pamięciowych układów scalonych jest znacznie szybszy niż pamięci dyskowych. Stało się to przyczyną powstania tzw. *dysków półprzewodnikowych* (ang. RAM-disk). Są to pamięci typu RAM o dość dużej pojemności, zwykle od 256 KB do 4 MB, dołączane z zewnątrz lub instalowane w obudowie komputera i zorganizowane podobnie jak stacje dysków elastycznych. Komputer wysyła i odczytuje dane z dysku półprzewodnikowego identycznie jak ze zwykłej dyskietki (zapewnia to odpowiedni interfejs). Pamięć podzielona jest na bloki odpowiadające podobnym blokom na dysku. Komputer nie może nawet stwierdzić, czy informacja jest nagrana na rzeczywistej dyskietce, czy też przechowywana w pamięci RAM dysku półprzewodnikowego. Ponieważ wyszukiwanie zbiorów, odczyt i zapis danych odbywa się wyłącznie elektronicznie, dyski półprzewodnikowe działają szybciej nie tylko niż dyski elastyczne, ale najczęściej także niż twarde dyski.

Czy nie lepiej zamiast używać dodatkowej pamięci RAM jako dysku półprzewodnikowego, włączyć ją w skład pamięci operacyjnej? Pozornie lepiej. Rozmiar pamięci, którą może adresować mikroprocesor, jest jednak ograniczony, np. do 64 KB w systemach ośmiobitowych. Oprócz tego programy użytkowe są tworzone pod kątem wykorzystania pamięci operacyjnej o typowej pojemności i zakładają przechowywanie większych zbiorów danych w pamięciach zewnętrznych. Dysk półprzewodnikowy, imitujący zwykłą pamięć dyskową, może tu zostać zaadaptowany bez żadnych przeróbek oprogramowania lub sprzętu. Komputery dysponujące dużą pamięcią operacyjną pozwalają zwykle wykorzystać część z niej jako RAM-disk. Pozwala to użytkować tę pamięć także we współpracy z programami nie korzystającymi z pełnej pojemności PAO.

Dysk półprzewodnikowy traci zawartość po wyłączeniu zasilania (chyba, że zastosuje się awaryjne zasilanie z baterii), nie można też wymienić jego zawartości drogą prostej zmiany nośnika. RAM-disk nadaje się za to świetnie do przechowywania najczęściej używanych programów i roboczych zbiorów danych. Po skończonej pracy można zresztą skopiować potrzebne dane na dysk magnetyczny. W komputerach przenośnych dyski półprzewodnikowe o małym poborze energii, zasilane z baterii, po włączeniu komputera nie tracą zawartości przez wiele tygodni. Dzięki temu stanowią one coraz poważniejszą konkurencję dla znacznie droższych pamięci pęcherzykowych.

Jeśli nie zachodzi potrzeba korekty zapisanej informacji (np. przy archiwowaniu danych), coraz chętniej stosowane są *dyskowe pamięci optyczne.* Zasada ich działania jest prosta i przypomina znany z techniki Hi-Fi cyfrowy zapis dźwięku

systemu Compact-Disc. Dysk optyczny wykonany jest ze szkła i tworzywa sztucznego. Właściwym nośnikiem jest cienka warstewka metalu ułożona na podłożu z przezroczystego polimeru. Powierzchnia wirującego dysku, podobnie jak np. dyskietka, podzielona jest na współśrodkowe ścieżki. Wzdłuż promienia dysku, w odległości około 2 mm od jego powierzchni przemieszcza się laserowa głowica zapisująco-odczytująca. Podczas zapisu za pomocą impulsów lasera zmieniany jest w wybranych punktach nośnika współczynnik odbicia. Wiązka światła ma średnicę zaledwie jednego mikrometra, w zamian za to jednak ma wielką moc. Oświetlona takim promieniem warstwa metalu ulega zmiękczeniu, rozszerzający się polimer zaś wypycha ją ku górze, tworząc miniaturowy pęcherzyk. Zapis ma więc charakter niszczący, zmiana danych jest niemożliwa. Przy odczycie danych ścieżka także oświetlana jest promieniem lasera, tym razem jednak ciągle i ze znacznie mniejszą intensywnością. Ilość odbitego światła zależy od tego, czy promień natrafił na gładką powierzchnię, czy też na pęcherzyk. Odbite światło zawiera więc zakodowaną informację. Bezdotykowy, optyczny odczyt zapewnia praktyczną niezniszczalność danych. Położenie głowicy względem ścieżki śledzi bezustannie złożony układ optyczno-elektroniczny. Dzięki temu ścieżki o szerokości 0,6 mikrometra mogą być ułożone co 1,8 mikrometra. Na jednej stronie krążka mieści się więc około 40 000 ścieżek. Pozwala to zmieścić na krążku ponad 1 GB (1 Gigabajt = 1024 MB), co odpowiada objętości około 4 tysięcy książek takich jak ta oto. Jest to olbrzymia pojemność. Optyczne pamięci dyskowe znajdą z pewnością zastosowanie w elektronicznych informatorach, słownikach, encyklopediach itd. – wszędzie tam, gdzie komputer korzysta z niezmiennego zbioru danych, co najwyżej uzupełnianego od czasu do czasu. Bardzo prawdopodobne jest zastosowanie dysków optycznych w komputerach domowych, gdyż przy masowej produkcji cena jednostki pamięciowej będzie porównywalna z odtwarzaczem Compact-Disc. Trwają intensywne prace nad pamięciami optycznymi z możliwością wielokrotnego zapisu, a więc i kasowania wprowadzonej informacji. Pierwsze takie konstrukcje są już na rynku.

Rozróżniamy dwa zasadnicze sposoby dostępu do zapisanej w pamięci masowej informacji: *sekwencyjny* (kolejny) i *swobodny* (bezpośredni). Wyobraźmy sobie dwie kolekcje widokówek. W pierwszej kartki tworzą jeden pokaźny stosik, zaś w drugiej rozmieszczone są w albumie z numerowanymi stronicami, przy czym zawartość albumu zewidencjonowana jest w umieszczonym na początku katalogu. Załóżmy, że chcemy odnaleźć konkretną widokówkę. W pierwszym przypadku jesteśmy skazani na przeglądanie stosu od początku, co może trwać długo, zwłaszcza wtedy, kiedy poszukiwana kartka znajduje się na spodzie. W drugim przypadku wystarczy zajrzeć do katalogu aby dowiedzieć się, na której stronie albumu umieszczona jest szukana widokówka. Przypadek pierwszy jest modelem dostępu sekwencyjnego, drugi – swobodnego. Charakterystyczną cechą dostępu swobodnego jest istnienie katalogu (skorowidza, ang. directory), w którym znajduje się spis zgromadzonych elementów (np. programów i zbiorów danych) wraz z dokładnym opisem ich fizycznej lokalizacji na nośniku. Zamiast przeszukiwać cały nośnik wystarczy przejrzeć jego znacznie krótszy katalog. Warunkiem skuteczności

dostępu swobodnego jest jednak aktualność katalogu po każdej zmianie, np. dodaniu nowego elementu, czy usunięciu niepotrzebnego. Dostęp swobodny wymaga więc bardziej złożonych środków technicznych i organizacyjnych.

Przykładem pamięci masowej z dostępem sekwencyjnym jest taśma magnetyczna. Aby dotrzeć do danych zapisanych na końcu taśmy trzeba przewinąć całą szpulę, co może trwać ponad minutę. Budowa pamięci jest jednak prosta. Pamięci dyskowe to typowa pamięć o dostępie swobodnym. W wyznaczonym, zarezerwowanym miejscu dysku lub dyskietki znajduje się katalog zbiorów, zawierający dane o lokalizacji każdego zbioru (numer ścieżki itd.). Pamięci z dostępem swobodnym cechują się więc znacznie krótszym tzw. *średnim czasem dostępu*. Średni czas dostępu jest ważnym parametrem technicznym pamięci masowej. Określa on, ile czasu, statystycznie rzecz biorąc, upłynie od chwili, gdy procesor zasygnalizuje pamięci chęć zapisu lub odczytu do momentu, w którym ta operacja będzie mogła się rozpocząć. W pamięciach dyskowych „twardych" czas ten wynosi kilkadziesiąt milisekund, w dyskietkowych – kilkaset, w taśmowych – kilkadziesiąt sekund i więcej.

3.3. DRUKARKI I PLOTTERY

Wśród urządzeń zewnętrznych mikrokomputera jednym z najbardziej podstawowych jest drukarka. W wielu zastosowaniach (np. redagowaniu tekstów) jest ona wręcz niezbędna.

Istnieje wiele rodzajów drukarek o różnych zasadach działania i właściwościach eksploatacyjnych oraz o różnych cenach. Rozróżniamy trzy ich kategorie: całostronicowe, wierszowe i sekwencyjne (seryjne). *Drukarka całostronicowa* przenosi na podłoże, najczęściej papier, jednocześnie całą stronę; *drukarka wierszowa* – cały wiersz. Urządzenia te działają bardzo szybko, lecz są niezmiernie drogie i z tego powodu bardzo rzadko są stosowane we współpracy z komputerami osobistymi.*) *Drukarki sekwencyjne* nanoszą na podłoże znak po znaku – podobnie jak np. dalekopis lub maszyna do pisania. Są one co prawda wolniejsze, lecz także znacznie mniej skomplikowane i dość tanie. To właśnie drukarki sekwencyjne spotykane są powszechnie w świecie mikrokomputerów.

Jeśli chodzi o sposób pisania znaków, rozróżniamy *drukarki znakowe* i *mozaikowe*. W tych pierwszych obraz znaku powstaje wskutek pojedynczego uderzenia czcionki (jak w maszynie do pisania). Drukarki mozaikowe formują znak ze zbioru punktów, rozmieszczonych w prostokątnej siatce – matrycy. Drukarki znakowe charakteryzują się pięknym krojem pisma, są jednak stosunkowo wolne i mniej uniwersalne, gdyż nie nadają się do reprodukcji grafiki. Drukarki mozaikowe są szybsze i radzą sobie równie dobrze z tekstem jak i z rysunkami, a ich cena zwykle jest niższa od znakowych.

Ostatnim kryterium podziału jest metoda barwienia papieru: uderzeniowa lub

*) Wyjątek stanowią coraz bardziej popularne stronicowe drukarki laserowe.

bezuderzeniowa. *Drukarki uderzeniowe* wykorzystują tzw. taśmę barwiącą: elastyczną taśmę (zwykle tekstylną) nasyconą barwnikiem, znajdującą się w chwili uderzenia między papierem a np. czcionką (jak w maszynie do pisania). *Drukarki bezuderzeniowe* nie oddziałując mechanicznie na papier, przenoszą barwnik bezpośrednio z zasobnika albo zaczerniają papier przez jego naświetlenie lub podgrzanie. Drukarki uderzeniowe zużywają dość dużo energii, dlatego nie nadają się do urządzeń przenośnych, są też dość hałaśliwe, pozwalają jednak sporządzać równocześnie kilka kopii (w przypadku użycia wielowarstwowego papieru z kalką). Możliwości tej nie mają drukarki bezuderzeniowe, które natomiast działają niemal bezgłośnie, ponadto zwykle mogą być zasilane z baterii i nie wymagają częstych zabiegów konserwacyjnych jak np. wymiana taśm barwiących.

Przyjrzyjmy się podstawowym rodzajom drukarek spotykanych w sprzęcie mikrokomputerowym. Spośród drukarek znakowych produkowane są dziś prawie wyłącznie tzw. *drukarki z kołem czcionkowym* (*drukarki rozetkowe, margaretkowe*). Ich charakterystyczną cechą jest wirująca głowica, złożona z piasty i promieniście rozchodzących się z niej ramion, zakończonych czcionkami. Każda czcionka zajmuje na obwodzie głowicy ściśle określone miejsce. W trakcie wirowania głowicy kolejne czcionki zajmują miejsce naprzeciw elektromagnetycznego młoteczka. Gdy pojawi się tam znak przeznaczony do wydrukowania, młotek uderzy i odciśnie czcionkę na papierze (przez taśmę barwiącą). Jakość druku jest tym lepsza, im wolniej obraca się głowica. W praktyce typowe drukarki rozetkowe pracują w tempie 15–50 znaków na sekundę, a jakość pisma jest bardzo duża, nie ustępująca najlepszym maszynom do pisania. Z tego powodu drukarki te są stosowane głównie do korespondencji i przygotowywania materiałów przeznaczonych do powielania, jak okólniki, biuletyny, a czasem nawet książki.

Najliczniejszą grupę stanowią uderzeniowe drukarki mozaikowe. Głowica większości drukarek mozaikowych składa się z zespołu elektromagnetycznie napędzanych igieł-młoteczków, ułożonych jeden pod drugim. W zależności od typu i klasy drukarki igieł może być 7 do 24, a nawet więcej. Igły mają przekrój okrągły lub (rzadziej) kwadratowy i średnicę (przekątną) 0,2–0,3 mm. Każda z nich może wykonać do 1000, a nawet więcej uderzeń na sekundę. Głowica porusza się jednostajnym ruchem posuwisto–zwrotnym w poprzek arkusza. Niezależnie sterowane igły uderzają w odpowiednich momentach, drukując, kolumna po kolumnie, poszczególne znaki. Po wyprowadzeniu ostatniego znaku w wierszu następuje przesunięcie papieru. Najprostsze drukarki wykorzystują tylko ruch głowicy ze strony lewej na prawą, bardziej wydajne – drukują podczas ruchu w obydwu kierunkach. Jak widać, drukarka mozaikowa może wyprowadzić dowolną informację, dającą się skomponować z pojedynczych punktów – niekoniecznie tekst. Kształt znaków nie zależy od zamontowanych na stałe czcionek, lecz wyłącznie od sposobu zaprogramowania układu sterowania drukarki. Drukarka mozaikowa ma najczęściej własny, wewnętrzny mikrokomputer, w którego pamięci ROM zgromadzonych jest wiele krojów pisma (pica, elite, kursywa itd.). Ich przełączenie może odbywać się programowo – wystarczy powiadomić mikrokomputer drukarki, że powinien wykorzystywać wzorce znaków z innego zestawu.

Istnieje możliwość druku znaków o podwójnej szerokości, akcentowania fragmentów tekstu przez jego „wytłuszczenie" podwójnym uderzeniem igieł, pisania pismem pochyłym itd. Współczesne, tanie drukarki mają zwykle dziewięcioigłowe głowice i pracują w tempie 50–150 znaków/s, rozdzielczość pozioma zaś sięga 1920 punktów. W sprzęcie profesjonalnym prędkość drukowania przekracza 350 znaków/s. Wiele drukarek mozaikowych – także do komputerów domowych – dysponuje tzw. *trybem korespondencyjnym* (NLQ). Polega on na tym, że głowica przebiega wiersz kilkakrotnie, za każdym razem uderzając z niewielkim przesunięciem. Narożniki znaku ulegają zaokrągleniu, linie wypełniają się, a punktowa struktura znaku zanika. Druk NLQ jest kilkakroć wolniejszy od zwykłego, lecz jego jakość jest niewiele gorsza od uzyskiwanego z przeciętnej drukarki znakowej lub maszyny do pisania. Drukarki mozaikowe umożliwiają bez większych problemów odwzorowanie właściwych tylko polskiemu alfabetowi znaków (tzw. znaków diakrytycznych. np. ą, ę, ś), w przeciwieństwie do zagranicznych drukarek rozetkowych, które nie dysponują tymi znakami w swym sztywnym repertuarze.

Do niedawna popularne były uderzeniowe drukarki mozaikowe działające na jeszcze innej zasadzie – tzw. *drukarki jednomłotkowe* firmy Seikosha (np. GP100 i GP500 lub MPS801). Głowica zawierała pojedynczy, wąski, wydłużony i ustawiony pionowo młotek współpracujący z wałkiem zębatym znajdującym się po przeciwnej stronie papieru. Wałek wirował, głowica zaś przemieszczała się w prawo. Przez wybór chwili uderzenia można było uzyskać punkt w kolumnie na dowolnej wysokości – podczas wydruku jednej kolumny znaku musiało nastąpić do 7 uderzeń młoteczka! Metoda ta, choć prosta i oryginalna, nie pozwalała jednak uzyskać ani zbyt dużej szybkości druku, ani jego jakości (maksymalna rozdzielczość – 480 punktów w poziomie).

Często spotykane są barwne drukarki mozaikowe. Druk barwny osiągany jest dzięki specjalnej taśmie barwiącej o kilku ścieżkach. Każda ścieżka zawiera farbę o innym kolorze (zwykle stosuje się cztery barwy podstawowe). Głowica przesuwa się nad wierszem kilkakrotnie, za każdym razem ustawiana jest jednak inna ścieżka taśmy barwiącej. Przez naniesienie kilku barwnych punktów w jedno miejsce można uzyskać efekt mieszania barw.

Uderzeniowe drukarki mozaikowe są stosowane praktycznie w każdej dziedzinie, zwłaszcza gdy potrzebne są szybkie wydruki (np. przy opracowywaniu programów lub w sprawozdawczości) i łączenie tekstu z grafiką.

Typowymi przedstawicielami drukarek bezuderzeniowych są *mozaikowe drukarki termiczne*. Wymagają one specjalnego papieru, wrażliwego na temperaturę. Papier taki w miejscu podgrzania zmienia barwę, najczęściej na czarną lub błękitną; często jest on dwuwarstwowy: ciemne podłoże pokrywa biała farba. Po podgrzaniu jasna warstwa zostaje stopiona i ukazuje się czarny spód. Głowica drukarki termicznej jest bardzo zbliżona do mozaikowej, lecz zamiast igieł-młoteczków występują miniaturowe grzejniczki oporowe, często zintegrowane w jednej strukturze krzemowej (bywają drukarki pozwalające instalować wymiennie głowicę uderzeniową i termiczną). Podczas ruchu głowicy grzejniki ślizgają się po

powierzchni papieru i są pobudzane impulsami elektrycznymi – podobnie jak młoteczki. Część drukarek termicznych w ogóle nie ma ruchomej głowicy. W poprzek arkusza przebiega „grzebień" złożony z kilkuset grzejniczków. Papier przesuwa się ruchem jednostajnym, a odpowiednio sterowane grzejniki drukują linia po linii. Tego typu drukarki zaliczają się do wierszowych. Liczba elementów ruchomych została w nich ograniczona do minimum, co zwiększa niezawodność, upraszcza konstrukcję oraz zapewnia praktycznie bezgłośną pracę.

Drukarki termiczne cechują się prostą konstrukcją, co sprawia, że należą do najtańszych. Niestety, papier termoczuły jest kosztowny i niezbyt trwały, wrażliwy na zagięcia i przypadkowe podgrzanie. Drukarki termiczne stosowane są głównie w sprzęcie amatorskim oraz w komputerach podręcznych, także wszędzie tam, gdzie niepożądany jest hałas.

Spotykane są także drukarki termiczne, używające zwykłego papieru. Między głowicą a papierem przesuwa się specjalna taśma barwiąca. Głowica podgrzewa wybrane punkty taśmy, co powoduje punktowe „wtapianie" barwnika w papier. Uzyskiwany druk jest bardzo kontrastowy „smolisty", a zadrukowany papier cechuje się większą odpornością. Powyższa zasada pozwala na druk barwny: taśma barwiąca podzielona jest na odcinki nasączone różnymi barwnikami, a głowica przebiega wiersz kilkakrotnie i wtapia w papier różnobarwne punkty; uzyskuje się piękne, intensywne i połyskliwe barwy. Wadą tego rozwiązania jest droga i szybko zużywająca się taśma barwiąca (taśmę trzeba wymieniać praktycznie po jednym przejściu przed głowicą). Sensowne zastosowania ograniczają się do przypadków, gdy wydruki dobrej jakości są potrzebne sporadycznie (np. do reprodukcji).

Blisko spokrewnione z drukarkami termicznymi są *drukarki elektroerozyjne.* Zamiast papieru termoczułego występuje w nich papier metalizowany o przewodzącej powierzchni, a w miejsce grzejników są zainstalowane ślizgające się po papierze elektrody. Impulsy prądu wypalają fragmenty metalizowanej warstewki. Mimo prostej konstrukcji drukarki elektroerozyjne obecnie zanikają z uwagi na małą jakość druku i wysoki poziom wytwarzanych zakłóceń radiowych.

Wielka przyszłość natomiast otwiera się przed *drukarkami atramentowymi* (*kroplowymi*). Także i one składają obraz z sieci punktów. Punkty powstają jednak w wyniku bezpośredniego „bombardowania" papieru kroplami barwnika. Głowica drukarki zamiast igieł lub grzejników zawiera zespół „dział", z których „luf" wylatują z wielką prędkością krople atramentu o średnicy około 0,15 mm. Po uderzeniu w papier kropla tworzy barwny punkt. Mechanizm „strzelania" może być różny. Niekiedy stosuje się rurki ceramiczne z kanalikiem zawierającym atrament. Pod wpływem impulsu napięcia elektrycznego rurka kurczy się na zasadzie piezostrykcji, a średnica kanalika maleje. Ciecz jest wypychana z kanalika i formuje szybko lecącą kroplę. Inny sposób to wytworzenie pęcherzyka pary, który wyrzuca barwnik z umieszczonej naprzeciw dyszy. Po „strzale" atrament dopływa swobodnie ze zbiornika i uzupełnia ubytki. Zaletami drukarek kroplowych są: prosta eksploatacja (wystarczy dolewać atramentu lub zmienić pojemnik – jak w wiecznym piórze), bezgłośna praca, małe zużycie energii oraz dobra jakość druku (krople zlewają się ze sobą i zacierają punktową strukturę rysunku). Łatwo też

uzyskać druk barwny: wystarczy umieścić w głowicy kilka „baterii", każdą zasilaną atramentem o innym kolorze. Podstawowym miejscem zastosowań drukarek kroplowych będą biura, gdzie ważna jest cicha praca. Z uwagi na szybki rozwój tej grupy sprzętu wkrótce można oczekiwać tanich drukarek kroplowych do użytku domowego.

Spośród innych drukarek warto wspomnieć o bardzo nowoczesnych, całostronicowych *drukarkach laserowych.* Sterowany przez komputer promień lasera naświetla powierzchnię bębna pokrytego fotoprzewodnikiem. Ponieważ bęben został wcześniej naładowany elektrycznie, na powierzchni bębna tworzy się mozaika punktów o różnym ładunku elektrycznym, których rozmieszczenie odzwierciedla obraz drukowanej strony. Następnie na bęben napylana jest specjalna farba, osiadająca tylko w miejscach naświetlonych. Z powierzchni bębna farba przenoszona jest na papier. Drukarki laserowe osiągają wydajność do 1 strony na sekundę, oprócz tego cechują się świetną jakością druku, niezawodnością i niskim poziomem hałasu. Dzięki tym zaletom mogą zastępować tradycyjne urządzenia poligraficzne. Wysoka jeszcze cena zapewne wkrótce spadnie, dzięki czemu drukarki laserowe zaczną być stosowane we współpracy z komputerami osobistymi, zwłaszcza w sieciach.

Jeśli wyprowadzana informacja ma mieć postać nie tekstu, lecz precyzyjnego i barwnego rysunku, to alternatywą drukarki jest *plotter.* W odróżnieniu od drukarek, plotter kreśli rysunek ruchomym pisakiem, przemieszczającym się względem papieru w dowolnym kierunku ruchem ciągłym. Podczas ruchu pisak może być podnoszony i opuszczany. Większość plotterów – nawet najtańszych – posiada możliwość automatycznej zmiany pisaka. Od czterech do kilkunastu pisaków o różnych barwach znajduje się w specjalnym magazynku, skąd są w razie potrzeby pobierane. W tańszych modelach stosowane są pisaki kulkowe (na podobieństwo długopisu) lub pisaki z końcówką włóknistą (zbliżone do flamastra). Do kreśleń precyzyjnych, np. rysunków technicznych, używa się wysokiej jakości piór tuszowych. Małe plottery do komputerów osobistych kreślą najczęściej na arkuszach formatu A4 lub A3; istnieją jednak plottery o powierzchni roboczej rzędu kilku metrów kwadratowych.

Obecnie budowane są dwa rodzaje plotterów: płaskie i bębnowe. W *plotterach płaskich* arkusz papieru leży nieruchomo na stole roboczym, a umocowany na specjalnym ramieniu pisak przemieszcza się wzdłuż i w poprzek tego arkusza. W *plotterach bębnowych* natomiast papier przymocowany jest do obrotowego walca. Równolegle do osi walca, w poprzek arkusza porusza się po prowadnicy uchwyt z pisakiem. Ruch pisaka wzdłuż arkusza osiągany jest przez obrót walca.

Pracą plottera steruje wbudowany mikrokomputer. Wykonuje on samodzielnie złożone operacje, jak kreślenie odcinków, okręgów, rysowanie cyfr i liter w różnych wielkościach i pod rozmaitym kątem. Plotter pracuje wolniej od drukarki (np. przy wyprowadzaniu napisów), rysunki daje jednak znacznie lepszej jakości, zwłaszcza gdy chodzi o barwy. Nawet proste plottery zapewniają rozdzielczość nie gorszą niż 0,1 mm. Linie są precyzyjne i nie zdradzają punktowej struktury, niezależnie od kąta, pod jakim je prowadzono. Po zastosowaniu specjalnych pisaków plotter może

kreślić rysunek na przezroczystej folii, co pozwala np. sporządzać przezrocza dla epidiaskopu.

Podstawowym zastosowaniem plotterów jest projektowanie wspomagane komputerem oraz sporządzanie grafiki prezentacyjnej: wykresów, diagramów, barwnych tablic.

3.4. MONITORY, KLAWIATURY, DIGIMETRY, MODEMY

Podczas dialogu z komputerem człowiek najchętniej korzysta z *monitora*. Z powodu małej rozdzielczości poziomej (do około 400 punktów) odbiornik TV może być akceptowany w roli monitora tylko w komputerach domowych. Obraz czarno-biały może zapewnić dowolny telewizor. Dla gier lepsze są obrazy barwne. Mikrokomputery produkcji zachodniej wytwarzają jednak sygnał koloru (chrominancji) w systemie PAL, podczas gdy w Polsce i innych krajach RWPG stosowany jest system SECAM. Aby uzyskać kolory, potrzebny jest więc odbiornik TV z dekoderem PAL lub specjalna przystawka adaptacyjna do telewizora systemu SECAM (odbiorniki produkcji krajowej i ZSRR). W zastosowaniach profesjonalnych, gdy często operuje się na tekstach i spędza przy komputerze długie godziny, niezbędny jest przyzwoity monitor. *Monitor monochromatyczny* (z poświatą zieloną lub bursztynową) przeważnie okazuje się tutaj lepszy od barwnego, gdyż daje lepszą czytelność liter i mniej męczy oczy.

Warto wiedzieć, że w odróżnieniu od telewizorów, wśród monitorów istnieje kilka standardów. Oprócz monitorów o rozdzielczości około 640×200 punktów, stosowane są monitory o rozdzielczości około 720×348 lub 640×480 punktów, przydatne zwłaszcza w grafice. Różnią się też systemy przekazywania sygnału od komputera do monitora (RGBI, TTL, composite video).

Ostatnio coraz częściej pojawiają się monitory bez kineskopu, o płaskiej budowie, zawierające na ogół wyświetlacz ciekłokrystaliczny LCD (jak w zegarkach elektronicznych i kalkulatorach). Dają one obraz mniej kontrastowy niż konwencjonalne monitory i nie dysponują barwą. Z uwagi na małe wymiary i ciężar oraz skromne zużycie energii wyświetlacze te są jednak często stosowane w komputerach przenośnych.

Klawiatura (ang. keyboard) ciągle jeszcze jest najpopularniejszym urządzeniem wejściowym. W wielu zastosowaniach jest wręcz niezastąpiona (wprowadzanie tekstów i danych liczbowych). Każdemu wciśniętemu klawiszowi odpowiada określony kod, przekazywany komputerowi. Klawisz jest najczęściej zwykłym łącznikiem elektrycznym. Wciśnięciu klawisza odpowiada zwarcie pary zestyków. W komputerach domowych klawiatura jest obsługiwana przez mikroprocesor jednostki centralnej. Większość profesjonalnych komputerów osobistych (np. IBM PC) ma natomiast „inteligentne" klawiatury z własnym mikroprocesorem jednoukładowym. Obsługa klawiatury jest bowiem przedsięwzięciem dość złożonym. Należy rozróżnić zamierzone, kilkakrotne wciśnięcie klawisza od przypadkowych

drgań zestyku klawisza. Dłuższe przytrzymanie klawisza powinno spowodować automatyczne powtarzanie serii jednakowych znaków (ang. autorepeat) itd.

Coraz większą popularność zdobywają nowe narzędzia do konwersacji z maszyną, dogodne zwłaszcza dla użytkownika nieobytego z komputerem, np. *myszka* (ang. mouse), *pióro świetlne* (ang. light pen) i inne. Zostaną one przedstawione w rozdziale 4.5, poświęconym nowoczesnym metodom dialogu z komputerem.

Stosując komputer w projektowaniu, geodezji, grafice itd. trzeba wprowadzać do komputera rysunki, wykresy lub mapy. Służy do tego tzw. *pulpit graficzny*, inaczej *digimetr* lub *kartometr* (ang. digitizer). Rysunek, zdjęcie lotnicze lub mapę kładzie się na pulpicie roboczym. Specjalny ruchomy czujnik zawiera zazwyczaj okienko z krzyżem lub inny „celownik" pozwalający wskazać precyzyjnie określone punkty na arkuszu. Naciśnięcie przycisku jest dla komputera sygnałem, że należy odczytać współrzędne punktu. Dokładność wyznaczania położenia może przekraczać 0,1 mm.

Nasilająca się tendencja do zdalnego przesyłania danych i tworzenia sieci komputerowych upowszechniła inne urządzenie peryferyjne – *modem*. Nazwa „modem" jest połączeniem początkowych sylab słów „modulator" i „demodulator" i określa komputerowe urządzenie peryferyjne do przesyłania danych cyfrowych na duże odległości kanałami telekomunikacyjnymi, np. linią telefoniczną lub drogą radiową. Jeśli dwa komputery mają wymieniać dane zwyczajną linią telefoniczną, muszą być wyposażone w modemy zarówno po stronie nadawczej jak i odbiorczej. Modem nadawczy przekształca sygnał cyfrowy w postać analogową tak, aby można było przesłać go kanałem telefonicznym z minimalnym niebezpieczeństwem przekłamania (mówiąc w uproszczeniu modem koduje bity o wartości „0" i „1" przekształcając je w tony o różnych częstotliwościach). Modem odbiorczy demoduluje odebrany sygnał i przekształca go ponownie w postać cyfrową, przekazywaną komputerowi. Modem może być przyłączony do sieci telefonicznej bezpośrednio, zamiast tradycyjnego telefonu, albo pośrednio, za pomocą tzw. *sprzęgacza akustycznego*, nakładanego na mikrotelefon i przekazującego modulowane dźwięki za pośrednictwem mikrofonu i słuchawki. Ta druga metoda ogranicza co prawda prędkość transmisji, ale jest przydatniejsza w warunkach „polowych", typowych w wielu zastosowaniach mikrokomputerów. Dzięki sprzęgaczowi akustycznemu można bowiem odebrać lub nadać dane za pośrednictwem dowolnego aparatu telefonicznego, znajdującego się pod ręką – nawet z ulicznego automatu. Odmianą modemu jest *automodem*, realizujący automatycznie wywołanie abonenta i reagujący na wywołanie telefoniczne z zewnątrz. Wykorzystując modemy można organizowac sieci komputerowe o dużym zasięgu terytorialnym bez potrzeby instalacji specjalnej sieci transmisyjnej.

4. SKRZYNKA Z NARZĘDZIAMI ALBO SOFTWARE

„Duszą" komputera jest jego *oprogramowanie*. Dopiero program jest rzeczywistym narzędziem, wykonującym określone zadania. Podobnie jak w przypadku innych narzędzi, także i oprogramowanie można podzielić na kilka kategorii. Najbardziej ogólny jest podział na *programy użytkowe* i *narzędziowe* (ang. tools). Pierwsze służą do celów „produkcyjnych", a więc zaspokajają bezpośrednie potrzeby użytkowników: wykonują obliczenia inżynierskie, redagują teksty i rysunki, zarządzają zbiorami danych itp. Gry komputerowe to także przykład oprogramowania użytkowego. Oprogramowanie narzędziowe spełnia wszelkie funkcje usługowe: ułatwia wykorzystanie walorów sprzętu i kontrolę jego sprawności, utrzymuje porządek w pamięciach masowych i umożliwia tworzenie nowych programów. Najważniejsze rodzaje programów narzędziowych to systemy operacyjne i translatory języków programowania. Wśród informatyków rozpowszechniony jest termin *software*. Kiedyś określał on tylko oprogramowanie, dziś stosowany jest łącznie do programów i ich dokumentacji.

4.1. SYSTEMY OPERACYJNE

Najdoskonalszy mikrokomputer jest bezużyteczny bez oprogramowania użytkowego. O walorach mikrokomputera decydują nie tylko jego parametry techniczne, ale i obfity zbiór łatwo dostępnych i wartościowych programów z różnych dziedzin. Większość programów profesjonalnych jest dostępna jedynie w postaci maszynowej. Programy takie cechują się największą efektywnością, jednak mogą być wykonywane wyłącznie przez mikroprocesor, dla którego zostały stworzone (języki maszynowe poszczególnych typów mikroprocesorów istotnie się różnią).

W użyciu jest wiele typów mikroprocesorów, ale w komputerach osobistych popularność zdobyło zaledwie kilka: MOS 6502, ZILOG Z80, INTEL 8088, 8086, 80286 i 80386, MOTOROLA 68000 i 68020. Istnieje dla nich bardzo bogate oprogramowanie. Fakt, że program został napisany dla określonego mikroprocesora nie oznacza jednak niestety, że będzie on mógł być zrealizowany na każdym mikrokomputerze wyposażonym w ten procesor i to nawet wtedy, gdy komputer posiada dostatecznie pojemną pamięć i wszystkie wymagane urządzenia peryfe-

ryjne. Rozmaite typy mikrokomputerów różnią się szczegółami budowy wewnętrznej, zwłaszcza zaś sposobami dołączenia urządzeń peryferyjnych, ich parametrami lub sposobem współpracy z nimi. Wszystkie programy korzystają z jakichś urządzeń zewnętrznych, przynajmniej z monitora ekranowego i klawiatury. Dla każdego typu komputera należałoby więc opracować inną wersję programu z indywidualnymi podprogramami współpracy z urządzeniami zewnętrznymi. Byłoby to niezmiernie uciążliwe, mimo iż podstawowa część programu pozostawałaby niezmieniona. Ujednolicenie sprzętu mikrokomputerowego tak, aby różne mikrokomputery były z punktu widzenia programu identyczne, jest praktycznie nierealne, oprócz tego pociągałoby za sobą zahamowanie postępu technicznego.

Oprogramowanie komputerów powinno być w miarę możliwości przenośne, tzn. program napisany z myślą o określonej kategorii użytkowników powinien funkcjonować na wielu mikrokomputerach bez kłopotliwych zabiegów adaptacyjnych. Choć niemożliwa jest standaryzacja sprzętu, to zapewnienie przenośności oprogramowania osiągalne jest na innej drodze. Polega ona na wyeliminowaniu z programów wszystkich operacji odnoszących się bezpośrednio do konkretnego sprzętu i zastąpienia ich syntetycznymi poleceniami realizacji określonych, typowych czynności, jak np. wyświetlenie tekstu na monitorze ekranowym lub odczytanie bloku danych z dyskietki. Czynności te wykonywane są właśnie przez system operacyjny.

System operacyjny to program (częściej – zestaw programów), którego podstawowym zadaniem jest pośrednictwo w wymianie informacji między programami użytkowymi a konkretnym sprzętem komputerowym oraz zarządzanie zasobami systemu. System operacyjny jest tworzony najczęściej nie dla pojedynczego komputera, lecz dla całej rodziny sprzętu spełniającego określone wymagania. W takim systemie są zdefiniowane podstawowe, typowe operacje, związane głównie z obsługą urządzeń zewnętrznych, oraz zasady wykonywania tych operacji przez programy użytkowe. Jeśli program użytkowy zamierza np. odczytać zbiór danych z dyskietki, to nie przystępuje samodzielnie do obsługi stacji dysków elastycznych, ale poleca wykonać stosowne czynności systemowi operacyjnemu, przekazując mu niezbędne parametry, np. nazwę zbioru. System operacyjny jest dopasowany do danego komputera i zawiera programy obsługi dostępnych w nim konkretnych urządzeń peryferyjnych. Sposób wykonywania przez system operacyjny tej samej operacji może się różnić w różnych maszynach, jednak sposób wywoływania tych operacji przez program użytkowy będzie identyczny. Programy przeznaczone do współpracy z danym systemem operacyjnym nie oddziałują więc bezpośrednio na żadne standardowe urządzenia peryferyjne, lecz czynią to zawsze za pośrednictwem tego systemu. Z punktu widzenia programów użytkowych system operacyjny jest więc jakby integralnym uzupełnieniem sprzętu komputerowego. Program „widzi" nie sam konkretny sprzęt, lecz o wiele „inteligentniejszy" system zdolny do realizacji nie tylko prostych rozkazów maszynowych, lecz i znacznie bardziej złożonych operacji wejścia/wyjścia. Ten pozorny obraz komputera widzianego przez pryzmat właściwości wspomagającego go systemu operacyjnego nazywany jest często *maszyną wirtualną*. Najważniejsze, że ta pozorna „maszyna" może być

identyczna w rozmaitych mikrokomputerach, różniących się nieraz istotnymi parametrami technicznymi.

Przy obsłudze pamięci masowych, np. na dyskach elastycznych, systemy operacyjne przejmują też zarządzanie danymi w tych pamięciach przydzielając miejsce poszczególnym programom i zbiorom danych, odnajdując zbiory o zadanej nazwie, prowadząc kartotekę zbiorów zgromadzonych na dysku itp. Dzięki standardowej organizacji zbiorów i sposobu zapisu informacji istnieje możliwość wymiany nośników informacji, np. dyskietek, między różnymi komputerami wykorzystującymi ten sam system operacyjny.

Oprócz zarządzania operacjami wejścia/wyjścia system operacyjny prowadzi też dialog z użytkownikiem, ułatwiając mu uruchamianie programów przechowywanych w pamięciach masowych, kasowanie, kopiowanie i zmianę nazwy zbiorów na dyskach, wyświetlanie na ekranie monitora kartotek zbiorów w pamięciach masowych i wykonywanie wielu innych typowych czynności „administracyjnych". Elementem szerzej rozumianego systemu operacyjnego są też standardowe programy narzędziowe, pozwalające użytkownikowi samodzielnie tworzyć własne oprogramowanie. Przykładem mogą być translatory języków programowania.

Oprogramowanie o cechach systemu operacyjnego występuje nawet w dość prostych komputerach, np. w ZX 81. W komputerach domowych system operacyjny jest zazwyczaj powiązany z interpreterem języka Basic i razem z nim zapisany na stałe w pamięci ROM. Dzięki temu komputer jest gotowy do pracy natychmiast po włączeniu go do sieci. Niestety, możliwości modyfikacji systemu operacyjnego są ograniczone – stanowi on jak gdyby nieodłączną część sprzętu. Poza tym każdy komputer domowy ma swój własny, oryginalny system operacyjny, co uniemożliwia wymianę oprogramowania. Wyjątek stanowią komputery standardu MSX (zob. Dodatek A).

W sprzęcie profesjonalnym, wyposażonym na stałe w pamięci masowe, sytuacja jest odwrotna. Pamięć ROM zawiera zwykle tylko proste programy testujące sprawność pamięci RAM, bezpośrednio obsługujące urządzenia zewnętrzne i ładujące do pamięci operacyjnej właściwy system operacyjny. Mikrokomputery profesjonalne mogą więc korzystać z różnych systemów operacyjnych, pod warunkiem, że spełniają nakładane przez system wymagania techniczne.

Wśród komputerów ośmiobitowych z procesorami INTEL 8080 i Z80 króluje system operacyjny CP/M 80. W sprzęcie szesnastobitowym z procesorami INTEL 8088, 8086, 80286 i 80386 zdecydowanie dominuje system MS-DOS i bardzo do niego zbliżony PC-DOS, lansowany przez firmę IBM. Pewne znaczenie ma w tej kategorii także system CP/M 86 i PC-MOS 386.[*)] Coraz większą popularnością cieszy się wygodny system UNIX, wymagający jednak dużej pamięci operacyjnej i dyskowej.

[*)] Dla komputerów z procesorami 80286 i 386 jest przeznaczony stosunkowo młody system OS-2, spokrewniony z MS-DOS.

4.2. TRANSLATORY JĘZYKÓW PROGRAMOWANIA

Język programowania jest pewną konwencją przedstawiania programów komputerowych, czyli opisu struktur danych i algorytmów ich przetwarzania przez maszynę. Języki programowania dzielą się na dwie grupy: niskiego poziomu (zorientowane maszynowo) i wysokiego poziomu (zorientowane problemowo). *Języki niskiego poziomu* są przeznaczone dla określonego typu procesora. Każdemu „zdaniu", czyli instrukcji języka odpowiada pojedynczy rozkaz maszynowy. Przykładem może być język symboliczny, zwany *językiem asemblera.* Programista operuje nie liczbowymi kodami rozkazów, lecz ich symbolicznymi nazwami. Pozwala mu to skoncentrować się w większym stopniu na realizacji algorytmu, bez potrzeby żmudnego zestawiania dwójkowego kodu maszynowego. Symboliczny tekst programu jest następnie tłumaczony na kod maszynowy przez program zwany *asemblerem* (*translatorem asemblera*).

Języki wysokiego poziomu (Basic, Pascal, Fortran, Cobol, Logo, C i inne) są praktycznie niezależne od typu komputera, na którym są używane. Ich instrukcje są syntetyczne i wydajne (tzn. za pomocą niewielu instrukcji można zrealizować złożone operacje), a sposób zapisu, np. zadań obliczeniowych, nie odbiega od konwencji stosowanych w matematyce.

Mikroprocesor nie jest w stanie zrealizować bezpośrednio programu w żadnym z języków wyższego poziomu. Procesor „rozumie" wyłącznie język maszynowy. Aby program napisany w języku wysokiego poziomu (Basic, Fortran, Pascal) mógł być zrealizowany, musi zostać najpierw przetłumaczony na odpowiednią dla danego procesora postać maszynową. Zadanie to wykonuje tzw. *translator* (program tłumaczący). Translator jest programem napisanym przeważnie także w języku maszynowym. Analizuje on tzw. źródłowy tekst programu (program w takiej postaci, w jakiej został zapisany przez programistę), rozpoznaje nazwy instrukcji, funkcji itd. i na tej podstawie powoduje wykonanie odpowiednich czynności. Rozróżnia się dwa zasadnicze typy translatorów języków wysokiego poziomu: *interpretery* (interpretatory) i *kompilatory.*

Interpreter przeplata proces tłumaczenia programu z jego wykonaniem. Bezpośrednio po rozpoznaniu instrukcji jest uruchamiany odpowiedni podprogram maszynowy, który ją wykonuje. Dzięki temu interpreter pozwala pracować w trybie konwersacyjnym, dialogowym. Wpisywanie programu do pamięci komputera i wprowadzanie w nim zmian jest proste. Interpreter jest bowiem zazwyczaj połączony z tzw. *edytorem*, umożliwiającym bieżące redagowanie tekstu programu. Wprowadzone z klawiatury instrukcje gotowe są do natychmiastowego wykonania, co przyspiesza i ułatwia uruchamianie programu. Po każdej poprawce można od razu powtórzyć wykonanie programu, a nawet wznowić je od miejsca wykrycia błędu. W pamięci komputera znajduje się tylko jedna – źródłowa – wersja programu.

Mankamentem interpreterów jest niestety znaczna strata czasu na wielokrotne tłumaczenie powtarzanych fragmentów programu. Jeśli np. instrukcja wykonuje się 1000 razy, to tyle razy interpreter będzie od początku analizował jej treść.

Interpretacja jest procesem czasochłonnym. Oprócz rozpoznawania instrukcji trzeba np. sprawdzać obecność nawiasów we właściwych miejscach programu, wyszukiwać w pamięci wartości zmiennych itd. Interpretery pracują więc bardzo wolno, co stanowi ich podstawową wadę.

Kompilator tłumaczy program w całości i tylko jeden raz. Realizacja programu może rozpocząć się dopiero po jego przetłumaczeniu. W wyniku kompilacji powstaje nowa wersja programu, zupełnie inna od źródłowej, czyli symbolicznej. Najczęściej jest nią kod maszynowy albo jego ścisły odpowiednik. Kompilator stawia pamięci komputera znacznie większe wymagania niż interpreter. Oprócz samego kompilatora muszą zmieścić się w niej jednocześnie dwie wersje programu: źródłowa i skompilowana wynikowa (maszynowa). Możliwość użycia kompilatora uwarunkowana jest więc często dostępem do zewnętrznej pamięci masowej, np. na dyskach elastycznych. Skompilowany program wykonuje się szybko – kilka do kilkudziesięciu razy szybciej od analogicznego programu realizowanego przez interpreter. Podczas wykonania obecność w pamięci wersji źródłowej nie jest potrzebna. W związku z tym ani komentarze w treści programu, ani odstępy i inne środki zwiększające czytelność programu źródłowego nie mają wpływu na efektywność programu skompilowanego. Raz przetłumaczony program może być wykorzystywany dowolną liczbę razy bez dalszych strat czasu. Szybkość pracy okupiona jest bardziej złożoną drogą prowadzącą do działającego programu. Po wprowadzeniu w programie najdrobniejszej zmiany musi on być skompilowany od początku – bez względu na to, czy liczy trzy, czy 3000 instrukcji. Także wyszukiwanie błędów (tzw. „odpluskwianie") jest trudniejsze i bardziej czasochłonne.

Aby połączyć zalety interpretacji i kompilacji, niektóre języki programowania (np. Basic) dysponują obydwu możliwościami. Program uruchomiony i przetestowany za pomocą interpretera jest następnie poddawany kompilacji, a w przyszłości – użytkowany w wersji „szybkobieżnej". Niestety, większość popularnych języków niezbyt nadaje się do interpretacji.

Programowanie w języku niskiego poziomu wymaga od programisty wysokich kwalifikacji i znajomości technicznych aspektów budowy komputera. Pisanie programów jest żmudne a ich uruchamianie – trudne i pracochłonne. Zapis programu jest nieprzejrzysty i trudny do zrozumienia dla osób innych niż jego autor. W zamian, programista uzyskuje pełną „władzę" nad systemem i może tworzyć programy bardzo efektywne, zajmujące niewiele miejsca w pamięci i działające z maksymalną możliwą szybkością. Programowanie w językach wysokiego poziomu jest szybsze i łatwiejsze, mniejsze jest też ryzyko popełnienia trudnych do wykrycia błędów. Nie zawsze jednak udaje się w pełni wykorzystać walory konkretnego komputera. Z tego powodu programy użytkowe (zwłaszcza specjalistyczne) pisane są z reguły w językach wysokiego poziomu, zaś programy narzędziowe – często w języku asemblera.

5. SPACERKIEM WŚRÓD ZASTOSOWAŃ

Nikt trzeźwo myślący nie gromadzi narzędzi dla samej przyjemności ich posiadania. Narzędzia muszą czemuś służyć: polepszać jakość pracy, ułatwiać ją, zwiększać wydajność. Dlatego omawianie programów użytkowych najlepiej będzie połączyć z prezentacją typowych zastosowań komputerów osobistych. W tym rozdziale skupimy się głównie na zastosowaniach profesjonalnych. Pierwszymi miejscami masowego zastosowania komputerów osobistych były biura i pracownie inżynierskie.

5.1. CO W BIURZE PISZCZY

Prace biurowe polegają głównie na gromadzeniu, porządkowaniu i wyszukiwaniu najrozmaitszych danych, kalkulacji ekonomicznej opartej o te dane oraz na redagowaniu dokumentów. Komputer do tych celów nadaje się wyśmienicie. Zamiast przechowywać dane w postaci dokumentów zgromadzonych w teczkach i segregatorach, lepiej jest wprowadzić je do pamięci komputera, tworząc tzw. bank danych. Kalkulację zamiast na kratkowanym papierze dokładniej i szybciej można przeprowadzić za pomocą tzw. elektronicznego arkusza. Wreszcie wykresy i diagramy można powierzyć programowi grafiki prezentacyjnej.

Bankiem danych potocznie nazywany jest komputerowy system obsługi dużego zbioru informacji z jakiejś dziedziny. Przykładem może być zbiór danych personalnych pracowników przedsiębiorstwa, danych o książkach i czasopismach zgromadzonych w bibliotece, abonentach telefonicznych w danej miejscowości, zapasach zgromadzonych w zakładowym magazynie, aktach prawnych itd. „Papierową" analogią komputerowego banku danych jest katalog, książka telefoniczna, słownik lub po prostu skoroszyt z aktami (częściej: szafa pełna takich skoroszytów).

Przechowywane informacje dotyczą pojedynczych i pod pewnymi względami podobnych obiektów: pracowników, książek, abonentów. Każdy z obiektów reprezentowany jest przez zestaw danych, zorganizowanych w pewien standardowy sposób, zależnie od potrzeb. Zestaw danych pojedynczego obiektu nazywany jest zapisem lub w slangu informatyków: *rekordem* (ang. record). „Papierowym"

odpowiednikiem rekordu jest kwestionariusz osobowy, karta katalogu, zapis w książce telefonicznej, hasło w słowniku itd. Zbiór wszystkich rekordów tworzy tzw. *bazę danych*. Aby można było sprawnie manipulować zawartością bazy danych, potrzebne jest odpowiednie oprogramowanie. Pozwala ono m.in. aktualizować rekordy (zmiana stanu cywilnego pracownika), kasować niepotrzebne już rekordy (dane osoby zwolnionej z pracy), dopisywać nowe rekordy (dane pracownika świeżo przyjętego), porządkować rekordy według zadanego kryterium (ułożyć rekordy alfabetycznie według nazwisk lub według stażu pracy w firmie), wyszukiwać rekordy spełniające postawione wymagania (wszyscy pracownicy posiadający więcej niż dwoje dzieci, urodzeni po roku 1956). Na kompletny bank danych składa się właśnie baza danych wraz z jej oprogramowaniem.

Objętość niewielkiej bazy danych wynosi przynajmniej kilkaset kilobajtów. Bazy danych dużych systemów informatycznych obejmują niejednokrotnie tysiące megabajtów. Do prowadzenia księgowości niedużego przedsiębiorstwa lub do obsługi biblioteki posiadającej kilkanaście do kilkudziesięciu tysięcy tomów wystarcza w zasadzie pamięć dyskowa typu Winchester o pojemności 10–30 MB. Zbiór danych personalnych, spis zarządzeń itd. często może się zmieścić nawet na dyskietce. O praktycznej funkcjonalności banku danych decyduje często dostęp do zapisanych w pamięci informacji. Jest to istotne zwłaszcza wtedy, gdy zbiór ten jest często poddawany porządkowaniu (sortowaniu) lub gdy często trzeba poszukiwać obiektów o zadanych parametrach. Dysk „twardy" ma tutaj zdecydowaną przewagę nad dyskiem elastycznym.

Istnieje wiele gotowych, doskonałych programów, pozwalających samodzielnie założyć własny bank danych nawet niezbyt biegłemu użytkownikowi. Niektóre z nich (np. dBase II) współpracują z kilkoma systemami operacyjnymi, jak MS-DOS i CP/M 80. Ponieważ ten ostatni coraz częściej pojawia się w komputerach amatorskich, stwarza to szansę posługiwania się nimi zarówno w biurze, jak i w domu. Zakładanie banku danych w najprostszym przypadku polega na zdefiniowaniu, z jakich elementów (tzw. pól) ma składać się rekord i jaki będzie charakter poszczególnych jego składników (tekst, liczba). Przykładowo, rekord opisujący abonenta w książce telefonicznej składa się z nazwiska, imienia, nazwy ulicy, numeru domu i numeru telefonu. Trzy pierwsze dane są z natury tekstowe, dwie pozostałe – numeryczne.

Duże zastosowanie w biurach znajdują też programy do kalkulacji tabelowej, określane często mianem *elektronicznego arkusza*. W pamięci komputera zawarta jest wielka tablica złożona z kilkunastu do kilkuset kolumn i wierszy. W każdym z pól arkusza, wyznaczonych przecięciem wiersza z kolumną, można wpisać stałą liczbową albo formułę obliczeniową wykorzystującą zawartość innych pól. Ekran monitora pełni funkcję przemieszczalnego „okienka", przez które można oglądać wybrane fragmenty arkusza. W każdej chwili po modyfikacji niektórych czynników można zmienić zawartość dowolnego pola lub dokonać przeliczenia na wartości nowe.

Arkusz elektroniczny ułatwia np. kalkulację kosztów produkcji. Niech wiersze przedstawiają koszty w poszczególnych fazach procesu technologicznego, kolumny

zaś – czynniki wpływające na te koszty (np. ilość i ceny materiałów oraz energii, nakłady na robociznę i stawki pracowników na poszczególnych stanowiskach). Jeśli chcemy rozważyć kilka wariantów, wystarczy za każdym razem dokonać tylko zmian wybranych współczynników i polecić przeliczyć na nowo wartości pól. Arkusz pozwala też na łatwe modelowanie różnych sytuacji, „co by było, gdyby energia zdrożała dwa razy".

Dobry rysunek wart jest więcej niż tysiąc słów. Prawda ta sprawdza się zwłaszcza w odniesieniu do personelu kierowniczego, który na ogół nie ma ani czasu, ani cierpliwości do studiowania tasiemcowych kolumn liczb. Zręcznie zredagowany wykres pozwala natomiast na pierwszy rzut oka ogarnąć tendencje występujące w zachodzących procesach: wzrost cen surowców, sezonowy charakter zmian popytu, podział kosztów na różne kategorie itp. Mikrokomputer wyposażony w *programy grafiki prezentacyjnej* szybko i estetycznie przedstawi dane w postaci wykresu, diagramu słupkowego lub kołowego. Jeśli komputer jest wyposażony w barwną drukarkę lub – lepiej – w plotter, to możliwe jest sporządzenie efektownych ilustracji do prelekcji lub publikacji. Bardzo często sporządzenie sugestywnej formy graficznej jest uwieńczeniem procesu przeszukiwania bazy danych lub kalkulacji tabelowej.

Ponieważ wyszukiwanie danych, kalkulacja i sporządzanie grafiki prezentacyjnej w praktyce przeplatają się, wielkim powodzeniem cieszą się tzw. *zintegrowane pakiety oprogramowania*. W ich skład wchodzi na ogół system do tworzenia banku danych, elektroniczny arkusz itd. Użytkownik jest w stanie „przełączać" te programy w prosty sposób, bez ciągłego odwoływania się do systemu operacyjnego. Co ważniejsze, programy te mogą bezpośrednio przekazywać sobie dane. Przykładowo, informacje wyselekcjonowane z banku danych mogą być przekazane do odpowiednich komórek arkusza elektronicznego lub posłużyć za fragmenty redagowanego dokumentu bez potrzeby ich przepisywania. Zintegrowane pakiety wymagają jednak na ogół pamięci operacyjnej o sporej pojemności.

5.2. PRZETWARZANIE TEKSTÓW

W naszej cywilizacji powszechnie przyjętą normę utrwalania wyników pracy umysłowej jest pisany tekst. Chodzi tu nie tylko o książki lub artykuły, także o biuletyny, rozporządzenia, sprawozdania, a nawet listy i wypracowania szkolne. Pisanie, jeśli tylko nie ogranicza się do kopiowania lub wypełniania rubryk formularza, jest w większym lub mniejszym stopniu pracą twórczą i jako takie nie poddaje się ścisłemu planowaniu. Po stworzeniu pierwszej wersji tekstu trzeba dokonać w nim poprawek, a niekiedy konieczne jest przeredagowanie całości. Kolejne warianty wędrują do coraz pełniejszego kosza, aż wreszcie któryś z nich jest zadowalający i może być przepisany na czysto. Niestety i na tym etapie można opuścić słowo lub literę albo napisać nie ten znak co trzeba. Gotowy tekst wymaga więc jeszcze ostatecznej korekty z ołówkiem w ręku. W przypadku prestiżowej

korespondencji błąd w maszynopisie powoduje najczęściej konieczność przepisania całej stronicy.

Komputer osobisty dokonał wielkiego przełomu w redagowaniu tekstów. Potrzebny jest tylko program do przetwarzania tekstów, tzw. *edytor* (ang. editor albo word processor). Tekst, pisany wprost na klawiaturze komputera, jest widoczny na ekranie monitora. W fazie wstępnej, koncepcyjnej, użytkownik może się skupić na treści, zaniedbując chwilowo stronę formalną. Nawet jeśli zdania są chaotyczne i roją się od błędów, nie będzie potrzeby pisania ich od nowa. Tekst zawarty jest bowiem w pamięci maszyny i modyfikacja znaków, słów, zdań lub całych ustępów nie przedstawia większych problemów. Można swobodnie zamieniać litery i wyrazy, dopisywać zdania w środku tekstu, usuwać bez śladu niepotrzebne fragmenty. Przeniesienie całego ustępu z jednego miejsca w drugie zajmuje zaledwie kilka sekund. W najpopularniejszych edytorach ekranowych użytkownik wskazuje kursorem na ekranie miejsce w tekście, w którym zamierza wprowadzić korektę, a następnie podaje odpowiednie zlecenie edytorskie, np. „kasuj znak na lewo od kursora" albo „wstaw znak w miejscu wskazanym przez kursor". Wszystkie czynności są natychmiast odzwierciedlane na ekranie, a więc użytkownik widzi tekst zawsze w aktualnej postaci.

Gdyby zdarzyło się nieszczęście i w tekście został użyty niewłaściwy termin fachowy lub zniekształcone nazwisko, użytkownik nie będzie skazany na mozolne przeglądanie tekstu i poprawianie błędów oddzielnie w miejscu każdego ich wystąpienia. Edytor automatycznie przeszuka tekst i wszystkie fragmenty o podanej postaci zastąpi innymi, wskazanymi jako poprawne. I to bez obawy przeoczenia jakiegokolwiek wystąpienia w tekście. Redagowanie tekstu za pomocą komputera zmienia całkowicie technikę pracy – nie ma wielu kolejnych wersji tekstu. Po prostu pierwszy wariant jest w sposób ciągły porządkowany, poprawiany i ulepszany, aż do osiągnięcia pożądanego efektu. Oznacza to wielką oszczędność czasu, wysiłku i papieru.

Dobre edytory tekstu mogą współpracować z tzw. *edytorem graficznym*, czyli programem do projektowania na ekranie rysunków i innych ilustracji. Gotowe rysunki mogą być podczas wydruku automatycznie wmontowywane we wskazane miejsca tekstu. Na dyskietce można więc przechować kompletną broszurę lub książkę w postaci gotowej do druku. Lepsze programy umożliwiają też użytkownikowi definiowanie własnych znaków. Większość edytorów pozwala na operowanie w tekście kilkoma rodzajami pisma (zwykłym, pogrubionym, poszerzonym, kursywą), co częściowo zależy także od możliwości drukarki. Zaawansowane redagowanie publikacji za pomocą mikrokomputera wyodrębnia się coraz wyraźniej w samodzielną dziedzinę „biurkowego wydawnictwa" (ang. Desktop publishing).

Przy redagowaniu korespondencji lub pism urzędowych na ogół korzysta się z uświęconych, konwencjonalnych sformułowań, takich jak: „Mamy zaszczyt zaprosić..." , „W trosce o bezustanne umacnianie, doskonalenie i ...", „Zebranie odbędzie się ...". Takie pisma są typowe w pracy sekretariatów. Sekretarka korzysta z komputera, w którego pamięci znajduje się zestaw takich standardowych

modułów-cegiełek. W trakcie pisania listu sekretarka pojedynczymi wciśnięciami klawiszy funkcyjnych przywołuje na ekran całe fragmenty tekstu, dopisując tylko ustępy o indywidualnym charakterze. Inna sytuacja wystąpi przy wysyłaniu serii zaproszeń, zawiadomień lub okólników. Ich treść jest stała, należy tylko wpisać w nagłówku nazwiska i adresy, a w tekście zaktualizować np. daty. Zmienne elementy sekretarka oznacza specjalnymi nazwami, a potem oddzielnie sporządza listę nazwisk, adresów, dat itd. Na zakończenie komputer drukuje wielokrotnie gotowy tekst, wpisując w każdym z nich inne parametry. Dzięki temu każdy korespondent otrzymuje pismo skierowane do niego osobiście, bez znamion formularza z wykropkowanymi miejscami, w które długopisem wpisuje się indywidualne dane. Jest prawie pewne, że taka forma pisma spowoduje pozytywne nastawienie adresata listu do jego nadawcy.

Przenośny komputer osobisty, zwłaszcza typu „aktówkowego", staje się coraz częściej wyposażeniem dziennikarzy. Relację o wydarzeniach rejestruje się na miejscu, wystukując ją na klawiaturze. W spokojniejszej chwili reporter ładuje program do przetwarzania tekstu i porządkuje materiał, nadając mu ostateczny szlif. Potem za pomocą modemu ze sprzęgaczem akustycznym tekst artykułu w postaci cyfrowej wędruje do redakcji, w której zapewne także zainstalowany jest system do przetwarzania tekstu. Redakcyjny komputer podda artykuł adiustacji, eliminując błędy ortograficzne drogą porównywania poszczególnych wyrazów ze zgromadzonymi w słowniku wzorcami poprawnej pisowni. Po sformatowaniu artykuł może być przekazany bezpośrednio do – także skomputeryzowanego – systemu drukarskiego.

5.3. W PRACOWNI INŻYNIERA I NAUKOWCA

Faza projektowania i przygotowania produkcji nowych wyrobów trwa nieraz dłużej niż okres ich produkcji – żmudne, wielokroć powtarzane obliczenia, badania symulacyjne, wreszcie sporządzanie i kontrola tysięcy rysunków technicznych i innych form dokumentacji wykonawczej. W związku z tym komputery od dawna były stosowane do wspomagania projektowania (CAD – Computer Aided Design). Później, opracowane techniką CAD projekty, wdrażano bezpośrednio do produkcji za pomocą obrabiarek sterowanych przez komputery (CAM – Computer Aided Manufacturing). Ogólną nazwą dla CAD i CAM jest komputerowe wspieranie prac inżynierskich, czyli CAE (Computer Aided Engineering). Metody CAE potrzebują odpowiednich możliwości graficznych i obliczeniowych. Nowa generacja komputerów osobistych może już sprostać wymaganiom w wielu mniej skomplikowanych sytuacjach. Tym samym nowoczesne metody wytwarzania stają się dostępne nawet dla niewielkich przedsiębiorstw.

Korzystający z systemu CAD konstruktor może na każde żądanie otrzymać na ekranie rysunek opracowywanego detalu lub urządzenia w dowolnym rzucie i w odpowiedniej skali. Każda wprowadzona poprawka jest natychmiast odzwierciedlana w nowej wersji rysunku, tworzonej w ciągu kilku sekund. Do sporządzania

rysunków używa się digimetrów, a ostatnio coraz częściej myszki. Gotowy projekt może być „uwieczniony" przez plotter w formie rysunków technicznych na kalce kreślarskiej. Lepsze rozwiązanie – CAM – polega na bezpośrednim przekazaniu danych o obrabianym detalu do sterowanej przez komputer obrabiarki. Takie podejście jest szczególnie efektywne przy małych seriach lub prototypach, gdyż minimalizuje czas od rozpoczęcia prac projektowych do badań doświadczalnych.

W pracowni architekta mikrokomputerowy system CAD może oddać wielkie usługi. W celu zweryfikowania koncepcji architektonicznej nie trzeba żmudnie sporządzać serii szkiców sytuacyjnych lub modeli, gdyż idea pojektanta może być po krótkiej chwili odwzorowana na ekranie monitora i to w dowolnej projekcji. W projektowaniu konstrukcji budynku używa się typowych metod obliczeń statycznych, wytrzymałościowych itd., parametry prefabrykatów budowlanych zaś komputer może przechowywać w dyskowej bibliotece. Na dysku można też zgromadzić typowe projekty, dzięki czemu wystarczy nieraz zaadaptować wypróbowane rozwiązania zamiast tworzyć od podstaw nowe. Po zakończeniu projektu plotter wyprodukuje kompletną dokumentację budowlaną w potrzebnej liczbie egzemplarzy.

Konstruowanie złożonych układów elektronicznych można usprawnić, jeżeli przed zbudowaniem prototypu praca układu będzie przeanalizowana za pomocą symulacji komputerowej. Czasochłonny i krytyczny z technologicznego punktu widzenia etap projektowania obwodów drukowanych także może przejąć komputer. Jest to istotne zwłaszcza wtedy, kiedy mamy do czynienia z tzw. drukiem wielowarstwowym, wymagającym szczególnej staranności. Zadaniem konstruktora jest tylko określenie rodzaju użytych elementów i połączeń między ich końcówkami i ewentualnie rozmieszczenie na płytce montażowej układów scalonych i większych detali. Przygotowany przez komputer projekt płytki montażowej może być na ogół bezpośrednio skierowany do produkcji.

Komputer osobisty jest ważnym narzędziem pracy uczonego, zarówno teoretyka jak i eksperymentatora. Teoretyk może użyć go np. do obliczeń i modelowania zjawisk. W doświadczalnictwie komputer osobisty może sterować przebiegiem eksperymentów, a także zbierać i na bieżąco opracowywać ich wyniki. Coraz więcej przyrządów pomiarowych i innej aparatury naukowo-badawczej dysponuje znormalizowanymi interfejsami do przyłączenia komputera. Komputer może więc czuwać nad prawidłowym przebiegiem ciśnień i temperatur, rejestrować napięcia i stężenia związków chemicznych, po zakończeniu zaś doświadczenia przedstawić wyniki w postaci przejrzystych wykresów i wykonać pracochłonne rachunki statystyczne. Czynności te były dotychczas domeną znacznie droższych minikomputerów. Sprzężone z aparaturą naukową mikrokomputery umożliwiają powszechne stosowanie jakościowo nowych technik badawczych, jak np. automatyczna analiza i rozpoznawanie obrazów. Komputer ułatwia też rozpowszechnianie informacji naukowej. Coraz częściej redakcje czasopism naukowych przyjmują artykuły bezpośrednio na dyskietkach. Dyskietka staje się ważnym pośrednikiem w wymianie informacji między ośrodkami akademickimi.

5.4. NOWOCZESNE METODY DIALOGU CZŁOWIEKA Z KOMPUTEREM

Systemy CP/M i MS-DOS wymagają od użytkownika podstawowej wiedzy o komputerze, zbiorach danych itd. Operator porozumiewa się z systemem za pomocą zleceń wprowadzanych z klawiatury (np. DIR – wyświetl kartotekę, czyli „spis treści" dysku lub dyskietki). Jeżeli użytkownik nie chce bez przerwy zaglądać do podręcznika, musi po prostu nauczyć się na pamięć potrzebnych mu zleceń. Podczas dialogu człowieka z maszyną systemy te żądają od użytkownika inicjatywy w nawiązaniu kontaktu.

Tam, gdzie użytkownikami mikrokomputerów stają się osoby pozbawione przygotowania informatycznego, a często nawet biegłości w obsłudze klawiatury, powyższa filozofia zawodzi. Pękate podręczniki systemowe odstraszają i onieśmielają, podobnie jak bezduszne komunikaty o błędach, kwitujące każde niepoprawne zlecenie. W tej sytuacji potrzebne są nowe zasady dialogu użytkownika z komputerem, w których inicjatywę ma maszyna, a użycie klawiatury jest ograniczone do niezbędnego minimum.

W roku 1984 słynna z nowatorstwa firma Apple zaczęła lansować nową metodę konwersacji z maszyną, zastosowaną w jej nowym mikrokomputerze MACINTOSH. Podczas gdy inne komputery profesjonalne przeznaczone są głównie dla inżynierów lub ludzi interesu, MACINTOSH to „komputer dla każdego": dla studentów, naukowców, lekarzy i przedstawicieli innych wolnych zawodów, a także dla zupełnie prywatnych użytkowników. Skomplikowane zlecenia podawane z klawiatury zastąpiono *piktogramami*, czyli komunikatywnymi, mnemonicznymi symbolami graficznymi (ang. icons), wyświetlanymi na ekranie w zestawach do wyboru (ang. menu). Każdy z symboli przedstawia jakąś czynność, której w danej chwili można zażądać od komputera. Zachowano szereg analogii z tradycyjną praktyką biurową, np. kasowanie zbędnego zbioru danych reprezentuje rysunek kosza na śmieci.

Podstawowym narzędziem do obsługi komputera jest tzw. *myszka*. Jest to niewielkie pudełeczko, połączone przewodem z komputerem i dające się łatwo przesuwać po stole. Wewnątrz pudełka znajduje się kula, wystająca przez wycięcie w spodzie obudowy i tocząca się po stole przy ruchach myszki. Kierunek i kąt obrotów kuli jest rejestrowany przez układ elektroniczny, śledzący na bieżąco położenie myszki. Myszka służy do przemieszczania znacznika na ekranie komputera (np. strzałki); znacznik jest „sprzężony" z myszką i reaguje na każdy jej ruch. Posługiwanie się myszką jest bardzo wygodne i naturalne – łokieć spoczywa na blacie stołu, dłoń opiera się na myszce. W tych warunkach ruchy ręki mogą być precyzyjne, a o zmęczeniu nie ma mowy.

W celu rozpoczęcia którejś z przedstawionych na ekranie operacji, wystarczy naprowadzić znacznik-kursor na wybrany symbol i nacisnąć przycisk w obudowie myszki. Jeśli wystąpią jakieś kłopoty, komputer nie ograniczy się do lakonicznego komunikatu „Bad command", lecz udzieli użytkownikowi niezbędnych wska-

zówek, często także w formie piktogramów. Istota tej techniki dialogu polega na tym, aby ani na chwilę nie pozostawić człowieka samemu sobie. Zamiast złowrogo milczeć, komputer usłużnie podsuwa w każdej chwili możliwe działania, nie onieśmiela nieobytego użytkownika i przełamuje początkowe uczucie bezradności przy nawiązywaniu kontaktu z maszyną. Użytkownik w zasadzie nie musi uczyć się posługiwania komputerem. Praktycznie wystarczy raz wykonać daną czynność, aby zapamiętać ją już na zawsze.

Ideę myszki i piktogramów powszechnie zaakceptowano i obecnie stosuje się ją niemal we wszystkich nowoczesnych komputerach osobistych, zwłaszcza profesjonalnych. Do jej urzeczywistnienia, z uwagi na dość skomplikowane oprogramowanie, potrzebny jest jednak znacznie większy obszar pamięci. Należy podkreślić, że oprogramowanie to nie zastępuje systemu operacyjnego w jego podstawowych funkcjach, takich jak gospodarka zbiorami i obsługa urządzeń zewnętrznych. Aparat dialogu graficznego jest tylko zewnętrzną „otoczką" systemu operacyjnego, pośrednikiem w kontakcie między nim a człowiekiem.

Po pionierskim okresie informatyki, w którym użytkownik musiał dopasować się do możliwości maszyny i widzimisię programistów, nastąpił więc etap dostosowywania komputera do potrzeb i właściwości psychicznych człowieka. Jest to wynik „uspołecznienia" informatyki, jej szybkiej ekspansji do środowisk pozbawionych głębszej wiedzy i kultury technicznej. Komputer po prostu staje się towarem powszechnego użytku, jak samochód, pralka lub maszynka do mięsa i podlega podobnym jak one prawom rynkowym.

Często spotykanym elementem nowoczesnego oprogramowania są tzw. *okna ekranowe* (ang. windows). Ich koncepcję zaczerpnięto z codziennej praktyki biurowej, kiedy na blacie stołu leży zbiór oddzielnych kartek i arkuszy. Arkusz, nad którym aktualnie pracujemy, znajduje się na wierzchu. Inne kartki, z których także korzystamy, wystają częściowo spod spodu, przy czym widoczne są tylko interesujące nas fragmenty. W każdej chwili możemy dowolny z akruszy przesunąć lub wyjąć ze spodu i położyć na wierzchu albo odsunąć na bok, poza zasięg wzroku. Skoro komputer ma stać się „elektronicznym biurkiem", powinien pozwalać na podobne operacje.

W systemie okien użytkownik może równocześnie korzystać z wielu zbiorów danych lub programów użytkowych. Każdy z nich to oddzielny „arkusz". Na jednym z nich piszemy, z drugiego przenosimy dane, na trzecim rysujemy, czwarty służy za podręczny notatnik itd. Każdy „arkusz" można przesuwać po ekranie, pozornie „wysuwać" poza jego obręb i „wydobywać" na wierzch. „Wierzchni arkusz" przesłania, całkowicie lub częściowo, wszystkie leżące pod spodem. Niekiedy ekran może mieścić tylko część większego arkusza. Aby zobaczyć resztę, można „przewinąć" arkusz w górę i w dół. Wszystkie te czynności odbywają się za pośrednictwem myszki.

Wyobraźmy sobie taką sytuację: piszemy wypracowanie na zadany temat. Aby ułatwić sobie pracę, zamierzamy skorzystać z fragmentów tekstu przygotowanego wcześniej. Oprócz tego w trakcie pisania będziemy musieli wykonać proste rachunki i narysować nieskomplikowaną ilustrację. Zasiadamy do komputera i

otwieramy cztery okna-arkusze. Polega to na tym, że wyświetlamy spis treści dyskietki i naprowadzamy znacznik na piktogramy potrzebnych nam programów. Dwa okna posłużą do redagowania tekstu. Jedno na razie jest puste, w drugim umieszczamy potrzebne fragmenty starego wypracowania. Trzecie okno mieści podręczny kalkulator. Wygląda on całkiem jak normalny kalkulatorek kieszonkowy, lecz jest „namalowany" na ekranie. Zamiast naciskać klawisze palcem, naprowadza się na nie kursor i przyciska klawisz myszki (na ogół można też użyć klawiatury komputera). Kalkulator jest potrzebny tylko od czasu do czasu, więc na ogół jest on schowany pod arkuszami tekstu, podobnie jak kartka z rysunkiem, który uzupełniamy w miarę pisania. Klawiaturą posługujemy się tylko w celu wprowadzenia tekstu; do pozostałych czynności używamy myszki. Rysowanie na przykład polega na kreśleniu konturu za pomocą kursora sterowanego myszką (kursor przyjmuje postać ołówka). Nieudany kontur można zmazać. Gdy trzeba narysować koło lub prostokąt, należy tylko wskazać jego charakterystyczne punkty, a następnie wybrać myszką piktogram symbolizujący odpowiednią figurę; komputer wykona resztę. Aby wypełnić jakiś zamknięty fragment plamą, wystarczy posłużyć się symbolem pędzla. Po skończonej pracy wmontujemy rysunek w tekst i „uwiecznimy" całość na drukarce.

Oprócz myszki, do wskazywania poszczególnych obiektów lub punktów ekranu używa się też innych urządzeń, np. pióra świetlnego lub ekranu czułego na dotyk specjalnego czujnika, a nawet palca (ang. touch screen). Mimo że pozornie bardziej naturalne, w praktyce okazały się one mniej wygodne. Ciągłe unoszenie ręki męczy obserwatora, na szkle ekranu pozostają odciski palców, a przyłożone do niego pióro świetlne lub palec zasłaniają część obrazu.

5.5. NIE TYLKO MIKROKOMPUTERY

Rewolucja technologiczna w elektronice i wynikająca z niej popularność mikrokomputerów sprawia, że w świadomości informatyka często kojarzy się dziś ona właśnie z komputerami osobistymi. Warto jednak uzmysłowić sobie, że technika mikrokomputera, zwana często mikroinformatyką, jest tylko jednym z fragmentów współczesnej informatyki. To prawda, że dzisiejsze mikrokomputery dorównują dużym maszynom cyfrowym sprzed lat dwudziestu. Konstruktorzy dużych komputerów nie próżnowali jednak, dzięki czemu dzisiejsze duże komputery mają możliwości nieporównywalnie większe od komputerów osobistych. Dotyczy to zarówno szybkości działania i pojemności pamięci, jak również przydatności do obsługi wielkich, kompleksowych systemów informatycznych obsługujących sieci bankowe, zarządzanie dużymi przedsiębiorstwami, administrację państwową, rezerwację miejsc w biurach podróży i liniach lotniczych, informację naukowo-techniczną i, niestety, różne dziedziny wojskowości. Duże komputery są ciągle niezastąpione w złożonych obliczeniach naukowo-technicznych i różnych przedsięwzięciach inżynierskich, takich jak projektowanie wspomagane komputerem, komputerowa symulacja złożonych obiektów, sterowanie

lotami kosmicznymi itd. Nawet animacja filmów science-fiction wymaga zastosowania wielkich maszyn – mikrokomputery okazują się tu zdecydowanie za mało wydajne.

Najszybsze komputery pracują z prędkością rzędu 1 miliarda (10^9) operacji elementarnych na sekundę, pojemność pamięci masowych zaś – rzędu wielu gigabajtów – nie jest rzadkością. Niestety, cena wielkich maszyn jest ciągle bardzo duża. W przyszłości mikrokomputery i wielkie systemy będą się nawzajem uzupełniać i współpracować ze sobą. Najprostszym przykładem może być zdalne korzystanie z dużego komputera zainstalowanego w ośrodku obliczeniowym odległym niejednokrotnie o setki, a nawet tysiące kilometrów. Komputer osobisty zainstalowany wraz z modemem w domu lub w biurze użytkownika spełnia rolę końcówki. Dzięki temu można korzystać z usług superkomputera nie ruszając się za próg.

Jednym z podstawowych zastosowań wielkich komputerów są dziś wielkie banki danych i *sieci informatyczne*. Obowiązuje bowiem zasada, że tym poważniejsze potencjalne korzyści może przynieść zastosowanie informatyki, im większe, bardziej kompleksowe i bardziej aktualne zbiory danych można wykorzystać. Duże komputery będą spełniać rolę centralnych banków danych, w których będą gromadzone wszystkie dostępne informacje z pewnej dziedziny. Pojemność tych banków może być bardzo znaczna, a sprawność wyszukiwania informacji spełniających określone kryteria – duża. Centralny bank danych jest przyłączony do sieci telefonicznej za pośrednictwem modemów i traktowany jako zwykły abonent (otrzymuje m.in. własny numer telefoniczny).

Indywidualni użytkownicy systemu dysponują komputerami osobistymi zainstalowanymi w miejscu pracy lub w mieszkaniu i wyposażonymi w modemy. Gdy użytkownik chce skorzystać ze zgromadzonych w centrali informacji, wówczas po prostu wybiera jej numer telefoniczny. Po uzyskaniu połączenia pozostałe czynności odbywają się automatycznie: bank danych przedstawia się i zgłasza gotowość do pracy; komputer, za pośrednictwem modemu, wysyła swój numer identyfikacyjny (lub hasło) uprawniające do korzystania z banku danych, a następnie przesyła zadanie. Może nim być na przykład polecenie wyszukania wszystkich prywatnych warsztatów samochodowych w województwie, prowadzących równocześnie usługi lakiernicze i blacharskie i funkcjonujących co najmniej od dziesięciu lat. Po wykonaniu zadania komputer centralny przesyła znalezione adresy użytkownikowi – zostają one zapamiętane w pamięci jego mikrokomputera. Jeśli nie ma dalszych zleceń, linia telefoniczna jest zwalniana, a użytkownik może spokojnie przeanalizować na ekranie nadesłany materiał. Na świecie działa już wiele sieci informatycznych o globalnym zasięgu. Wystarczy wspomnieć systemy rezerwacji miejsc, których końcówki są zainstalowane w wielu polskich hotelach i agencjach biur podróży. Innym przykładem jest sieć akademicka, obejmująca Europę Zachodnią, USA i Kanadę, zastępująca powoli tradycyjne czasopisma specjalistyczne. Co ważniejsze, każdy z użytkowników sieci może zażądać gromadzenia na jego użytek komunikatów z określonej dziedziny, np. dotyczących barwników organicznych. Dzięki temu odpada czasochłonne wertowanie opasłych

katalogów publikacji. Wystarczy raz na kilka dni włączyć się do sieci i zapoznać z najnowszymi doniesieniami. W ten sposób opóźnienie przepływu informacji naukowo-technicznej jest sprowadzone do poziomu dni, a nawet godzin. Jeśli potrzebna jest papierowa kopia któregoś z komunikatów, wystarczy zażądać jego przesłania przez modem, a połączona z komputerem osobistym drukarka wnet go wydrukuje.

Odmianą sieci informatycznej jest coraz popularniejsza *poczta elektroniczna*, funkcjonująca najczęściej na zasadzie skrytki pocztowej (ang. mailbox). Poczta taka ma często zasięg lokalny, obejmując np. jedną instytucję. Warunkiem jest wyposażenie wszystkich użytkowników w mikrokomputery, połączone ze sobą bezpośrednio lub – w przypadku większych odległości – przez modem. Mniejsze „skrytki" są często obsługiwane przez zwykłe mikrokomputery. Każdy uprawniony abonent może zdeponować w pamięci obsługującego „skrytkę" mikrokomputera komunikat skierowany do pojedynczego abonenta, pewnej ich grupy lub po prostu do wszystkich zainteresowanych. Każda informacja jest zazwyczaj zaliczana do pewnej kategorii, jak np. „oferty handlowe", „ciekawostki i żarty", „korespondencja prywatna", „porady techniczne" itd. Zdarzają się skrytki wyspecjalizowane np. w gromadzeniu programów komputerowych. Zainteresowany użytkownik może połączyć się ze skrytką za pośrednictwem telefonu z modemem i „poszperać" w jej zawartości. Jeśli jest użytkownikiem zarejestrowanym, to posiada własny identyfikator. W tym przypadku przeglądanie skrytki rozpoczyna zwykle od skierowanej do siebie „korespondencji prywatnej", czyli informacji przeznaczonych wyłącznie dla posiadacza określonego identyfikatora. Użytkownik może też zażądać przesłania mu uporządkowanego wykazu komunikatów określonej kategorii, zawartych aktualnie w skrytce, a następnie – przesłania komunikatów wybranych. Mogą nimi być nawet gotowe do uruchomienia programy komputerowe. W ten sposób poczta elektroniczna łączy funkcje tradycyjnej korespondecji z tablicą ogłoszeń. Małe „skrytki elektroniczne" są często organizowane i używane przez hobbystów.

Przykładem sieci informatycznej o zasięgu ogólnopaństwowym, łączącej niektóre cechy poczty elektronicznej i banku danych, może być funkcjonujący w RFN system „Bildschirmtext" (w skrócie: BTX), oparty także na istniejącej sieci telefonicznej. Abonenci BTX są podzieleni na dwie kategorie: użytkowników (odbiorców) i tzw. oferentów. Użytkownicy są odbiorcami informacji dostarczonej przez oferentów; muszą oni dysponować tylko specjalnym dekoderem, podłączonym do sieci telefonicznej i sprzężonym np. z domowym telewizorem. Rolę dekodera może spełnić też komputer osobisty. Użytkownik może żądać przesłania mu z pamięci komputera centralnego jednej lub kilku interesujących go tzw. stronic. Stronice te zawierają różnego rodzaju informacje: ogłoszenia, komunikaty, reklamy, cenniki, rozkłady jazdy, informatory itd. System BTX pozwala na barwną aranżację stronic i na komponowanie tekstu z grafiką (stronica może przedstawiać np. mapę połączeń drogowych lub rysunki reklamowanych wyrobów). Stronice są numerowane – każdy numer jest zastrzeżony dla określonego oferenta. Oferenci uiszczający wyższy abonament, w zamian za to dysponują sprzętem pozwalającym

redagować przypisane im stronice. Jeśli użytkownik chce poznać aktualną ofertę firmy X, wywołuje na ekran swego dekodera jej stronicę. Gdy zamierza udać się w podróż pociągiem, żąda wyświetlenia stronicy zarezerwowanej dla informacji kolejowej itd. W praktyce użytkownikami są osoby prywatne, oferentami zaś głównie firmy handlowe, biura podróży, banki i urzędy, kolej, poczta a także kościół i organizacje charytatywne. Oferent może udostępnić swe stronice ogółowi użytkowników lub tylko wybranej ich grupie, albo zażądać od użytkownika opłaty za każde wywołanie jego stronicy. Należność jest inkasowana wraz z rachunkiem telefonicznym i przekazywana na konto oferenta. W ten sposób rozwiązano kwestie opłat za niektóre usługi informacyjne. Użytkownik po wywołaniu danej stronicy może też przekazywać pewne informacje zwrotnie do centrali (np. zamówienia dla domu towarowego po zapoznaniu się z jego ofertą). Jak widać, BTX ma za zadanie przyspieszyć i usprawnić masowy obieg informacji o charakterze przeważnie komercyjnym, odbywający się dotychczas za pośrednictwem gazet, czasopism, tablic ogłoszeniowych, także korespondencji listownej.

W większości sieci informatycznych występuje problem ich zabezpieczenia przed nieuprawnionym dostępem. Banki danych przechowują często informacje poufne, np. dane personalne lub ekonomiczne. Najprostsze rozwiązanie polega na tym, że komputer centrali przed wykonaniem jakiejkolwiek usługi żąda podania tajnego hasła, indywidualnego dla każdego użytkownika. „Włamywanie się" do banków danych i myszkowanie w tajnych zbiorach informacji stało się hobby dla wielu uzdolnionych, zazwyczaj młodych „piratów komputerowych" (ang. hacker). Ponieważ czasem łączy się to z nadużyciami, próby niedozwolonego dostępu do banków danych są w wielu krajach surowo karane. Zagrożenie ze strony „piratów" jest też znacznie mniejsze niż wynika to z doniesień łasej na sensacje, a niezbyt kompetentnej,prasy. Środki ochrony danych są zresztą nieustannie doskonalone.

6. Z KOMPUTEREM NA CO DZIEŃ

Czas już opuścić poważną atmosferę biur i warsztatów aby zająć się nieprofesjonalnymi zastosowaniami komputerów osobistych. Mikrokomputer niepostrzeżenie staje się naszym towarzyszem w różnych dziedzinach życia codziennego: w nauce, hobby, rozrywce, wzbogacając i umilając wspólnie spędzone godziny. To od nas zależy, czy zechcemy (lub czy zdołamy) skorzystać z jego usług.

6.1. KOMPUTER W SZKOLNEJ ŁAWIE

W szkole można wskazać trzy podstawowe pola zastosowań komputera: naukę podstaw informatyki, pomoc w nauczaniu innych przedmiotów i pracy kółek zainteresowań oraz usprawnianie życia szkolnego. Najkorzystniejsze jest oczywiście harmonijne połączenie wszystkich tych dziedzin. Komputer nie powinien być przedstawiany jako osobliwość oderwana od realiów życia. Przeciwnie, należy go ukazać jako uniwersalne narzędzie o dużych możliwościach i wszechstronnych zastosowaniach, a biegłość posługiwania się nim – jako sposób na ułatwienie i uprzyjemnienie sobie życia.

Podczas nauki podstaw informatyki komputer sam jest poniekąd obiektem nauczania. Naukę podstaw programowania trudno sobie wyobrazić bez komputera. Oczywiście, nie każdy musi w życiu umieć biegle programować. Elementarna wiedza o programowaniu spełnia jednak dwie ważne funkcje. Pierwsza z nich ma charakter światopoglądowy. Człowiek, który samodzielnie napisał i uruchomił kilka prostych programów, rozumie istotę pracy komputera i nie odczuwa przed nim obawy, jest otwarty na informatyczne innowacje. Zetknięcie się z algorytmicznym sposobem myślenia poszerza też niewątpliwie horyzonty myślowe. Druga funkcja ma charakter czysto praktyczny: chodzi o umiejętność wykorzystania komputera jako inteligentnego kalkulatora przy podręcznych rachunkach i podobnych zadaniach. Obycie z klawiaturą też nie jest bez znaczenia.

Zdolni uczniowie z pewnością zechcą doskonalić umiejętności programistyczne. Niech uczą się od razu porządnego programowania, gdyż raz nabyte złe nawyki trudno później wytępić. Ciekawym polem do działania może być dla nich tworzenie programów dydaktycznych dla kolegów. Programy te powinny być

następnie omówione i wykorzystane podczas zajęć. Oprócz efektów czysto dydaktycznych celowe spożytkowanie wysiłku młodych programistów jest dla nich nagrodą i źródłem prestiżu u kolegów, a poza tym – inspiracją do dalszej, twórczej pracy. Wszelkie uwagi krytyczne także stanowić będą bodziec do doskonalenia się. Doświadczenia innych krajów wskazują, że zespoły złożone z nauczycieli i zaangażowanych uczniów tworzą własnymi siłami znaczącą część wykorzystywanego oprogramowania dydaktycznego.

Między nauczaniem podstaw informatyki a nauczaniem innych przedmiotów zachodzi istotna, choć nie zawsze dostrzegalna różnica. Wiedza z zakresu matematyki, fizyki, geografii, historii czy języka polskiego w większości nie straci aktualności przez całe dorosłe życie ucznia. Wiedza z zakresu informatyki może być nieaktualna już w kilka lat po zakończeniu kursu. Podstawowym celem nauczania informatyki i jej zastosowań powinno więc być nie tyle wpojenie wiedzy faktograficznej, co ukształtowanie kultury informatycznej i właściwego sposobu myślenia. Uczeń powinien zostać wyposażony w aparat pojęciowy pozwalający mu na samodzielne uzupełnienie wiedzy z dostępnych źródeł po zakończeniu formalnej nauki. Co ważniejsze, uczeń musi mieć głęboko zakorzenioną świadomość nietrwałości swej wiedzy i konieczności ciągłego śledzenia rozwoju informatyki. Z drugiej strony odniesione w szkole sukcesy w obcowaniu z komputerem powinny nastawiać go pozytywnie do nowych osiągnięć techniki informatycznej i utwierdzać w wierze w możliwość ich opanowania po zainwestowaniu pewnego wysiłku.

Rola komputera w nauczaniu innych przedmiotów zależy od ich charakteru. Najłatwiej wpleść komputer w dydaktykę matematyki i fizyki, traktując go jako narzędzie rachunkowe. W analizie matematycznej można natychmiast uzyskać wykres większości funkcji, a pochodne i całki oznaczone w każdej chwili mogą zostać zilustrowane. Uciążliwość i czasochłonność rachunków wykonywanych za pomocą komputera jest znacznie mniejsza. Więcej czasu pozostaje więc na analizę charakteru zjawisk i badanie ich związku ze stosowanymi modelami matematycznymi. Rozwija to u uczniów umiejętność abstrakcyjnego myślenia i wyrabia nawyk metodycznego rozwiązywania problemów. Preferowana na ogół metoda prób i błędów ustępuje teoretycznej analizie sytuacji opartej na pewnym modelu i poprzedzającej podjęcie działania. Jest to atrakcyjne wtedy, kiedy niewdzięcznymi i nudnymi rachunkami można obarczyć komputer. Wstrętu uczniów do ręcznego rachowania nie należy chyba się obawiać. W zamian za to warto wyrabiać w nich umiejętność formułowania problemów i krytyczny stosunek do pracy komputera.

Zupełnie nową jakość tworzy zastosowanie grafiki komputerowej w nauczaniu geometrii, zwłaszcza przestrzennej. To, co nieraz bardzo trudno sobie wyobrazić, na ekranie komputera można po prostu zobaczyć. Aby ujrzeć inny rzut bryły na płaszczyznę albo „namacalnie" poznać pojęcie osi symetrii lub jednokładności, wystarczy uruchomić niezbyt skomplikowany program. Podobną rolę komputer może odegrać w nauczaniu podstaw rysunku technicznego.

Rozwiązywanie równań lub sporządzanie wykresów funkcji to ciekawe i pożyteczne szkolne zastosowania komputera. Oby tylko komputer nie skojarzył się

uczniom raz na zawsze z „maszyną matematyczną". Nie wszyscy przepadają też za przedmiotami ścisłymi, a przecież komputer jest uniwersalnym narzędziem dla użytkowników o różnych predyspozycjach i zainteresowaniach. Dlatego bardzo ważne jest równoczesne ukazywanie możliwości mikrokomputerów w innych dyscyplinach.

Tam, gdzie chodzi głównie o zdobycie wiedzy faktograficznej (historia, geografia, częściowo chemia, biologia i języki obce) mikrokomputer może spełniać rolę korepetytora, badającego wiadomości ucznia, obnażającego jego braki i aplikującego odpowiednie ćwiczenia aż do opanowania zadanych partii materiału.

Ciekawe może być zastosowanie komputera do redagowania pisemnych wypracowań z przedmiotów humanistycznych. Odpada przepisywanie na czysto (sprawę rozwiąże drukarka), a poprawki i „cyzelowanie" tekstu nie wymagają wielkiego nakładu pracy. Uczeń całą energię może więc skupić na treści i formie wypracowania. Powinno to rozwijać skłonności do poprawnego, starannego formułowania swoich myśli i ogólnie rozwijać wrażliwość językową.

Niezwykle interesująca, choć chyba niedoceniana jest rola mikrokomputera w przedmiocie „praca i technika". Skoro informatyka wywiera tak silne piętno na współczesnej technice, to kultura techniczna musi wiązać się ściśle z kulturą informatyczną. Jeśli w innych przedmiotach komputer głównie liczy lub rysuje, to w pracowni technicznej służy głównie do sterowania innymi urządzeniami. Możliwości jest wiele: model robota albo zabawki politechniczne sterowane komputerem, proste układy automatyki (termostat, sterowanie oświetleniem lub sprzętem radiowo-telewizyjnym). Wszystko to uświadamia uczniowi uniwersalność komputera i ukazuje bardzo ważną, lecz na ogół nieznaną rolę, jaką odgrywa on w automatyce przemysłowej. W pracowni technicznej powinny też znaleźć przystań te mikrokomputery, które przestaną odpowiadać aktualnemu poziomowi technicznemu i utracą przydatność w innych zajęciach. Nawet najprostszy komputerek z 1 KB RAM (np. ZX 81) może być świetnym, programowanym sterownikiem. Konstruowanie różnych przystawek, interfejsów itd. do mikrokomputerów może być doskonałym zadaniem dla uczniów zainteresowanych elektroniką.

Efektywność mikrokomputerów w nauczaniu istotnie zależy od organizacji pracy. Najlepsze wyniki dają skomputeryzowane pracownie, w których mikrokomputer znajduje się na każdym stanowisku i przypada nań nie więcej niż 2–3 uczniów. Komputery powinny być połączone w sieć, w której rola nadrzędna przypada mikrokomputerowi nauczyciela. Komputer ten jest wyposażony w sprawną pamięć masową i w drukarkę. Z urządzeń tych może podczas lekcji korzystać pod kontrolą pedagoga każdy uczeń. Nauczyciel może też rozsyłać na stanowiska uczniowskie (wszystkie naraz lub tylko wybrane) programy i zbiory danych. Może też przyjąć od ucznia opracowany przezeń materiał. Bardzo pożądana z punktu widzenia nauczyciela jest możliwość kopiowania w dowolnej chwili na swój monitor zawartości ekranu dowolnego ucznia bez jego wiedzy.

Usprawnianie życia szkoły to m.in. automatyzacja prac biurowych, np. ewidencji danych o uczniach, opracowywania wyników nauczania lub układania

rozkładu zajęć. W tym ostatnim przypadku, w dużej i pracującej na kilka zmian szkole, zastosowanie komputera może dać doskonałe wyniki. To samo dotyczy biblioteki szkolnej, zwłaszcza gdy brakuje lektur lub prowadzona jest bieżąca kontrola czytelnictwa. Mikrokomputer może być wykorzystany także do ewidencji wyników i wydruku protokołów szkolnej spartakiady sportowej, a także podczas innych konkursów.

Ciekawym zastosowaniem komputera może być redagowanie gazetki szkolnej – stworzono do tego celu specjalne programy. Przykładem może być znany „News room". Pozwala on przygotowywać niezależnie treści artykułów, ilustracje, nagłówki itd. W archiwum zawarte są typowe, zabawne ozdobniki, które można komponować z artykułami i komunikatami. Program troszczy się o odpowiedni skład i oczywiście pozwala wydrukować gotową gazetkę. Dobrze zredagowana gazetka niewiele odbiega od wyglądu prawdziwej prasy, co zwiększa jej prestiż i daje satysfakcję młodym redaktorom. Wszystko to ułatwia pobudzanie społecznej aktywności uczniów.

6.2. W KĄCIKU HOBBISTY

Możliwości hobbistycznych zastosowań komputera są bardzo duże. Najlepiej oczywiście znane są gry. Do gier nadaje się praktycznie każdy mikrokomputer przy czym preferowane są typy z dobrą, barwną grafiką. Przydają się też talenty muzyczne. Z wyjątkiem magnetofonu kasetowego i często joysticka w większości przypadków nie jest wymagany żaden dodatkowy sprzęt. *Joystick*, zwany też manetką lub drążkiem sterowym, jest jednak ważnym akcesorium. Co prawda wiele gier można obsługiwać też z klawiatury, jednak ta ostatnia wystawiona na pastwę szalejącego „telegracza" nie ma szans na długie życie. Rzadziej stosowanym sprzętem do gier są *manipulatory pokrętne* (ang. paddle) i *manipulatory kulowe* (ang. track ball). W tych ostatnich gracz obraca palcami we wszystkich kierunkach masywną kulę, sterując w ten sposób np. ruchami sylwetek na ekranie. W mikrokomputerach domowych wyższej klasy najlepsze gry dostępne są często wyłącznie na dyskietkach. Dzieje się tak dlatego, że cały program nie mieści się w pamięci operacyjnej i podczas gry ładowane są nowe fragmenty kodu, plansze graficzne itd. Ponieważ interesują nas twórcze i użyteczne zastosowania mikrokomputerów, problematyką gier nie będziemy się tu zajmować.

Ciekawym i dostępnym dla każdego zastosowaniem jest grafika. Stopnie wtajemniczenia są różne: od komponowania prostych rysunków, po filmy animowane na ekranie komputera. Zwłaszcza dzieci mają tu pole do popisu. Komputer jest cierpliwy i pozwala bez końca poprawiać obrazki. Nie grozi przy tym plaga poobgryzanych kredek, rozlanego tuszu i rozmazanych farbek. Dobrze, jeśli komputer pozwala posługiwać się piórem świetlnym, pulpitem graficznym albo myszką. Ważnym parametrem jest też rozdzielczość graficzna, zwłaszcza barwna.

Samodzielne tworzenie grafik nie wymaga umiejętności programowania. Na

rynku dostępne są bowiem gotowe programy, ułatwiające malowanie na ekranie. Automatycznie prowadzą one odcinki między wskazanymi punktami, wykreślają okręgi, elipsy i prostokąty o podanych parametrach. Aby zamalować obszar ograniczony konturem, wystarczy wskazać punkt leżący w jego wnętrzu, a następnie wybrać barwę, ewentualnie wzór, którym obszar ten powinien zostać wypełniony. Programy graficzne pozwalają też powiększać wybrane fragmenty w celu ich dokładniejszego dopracowania, powielać motywy zaprojektowane wcześniej i przesuwać fragmenty rysunku względem siebie. Gotowe rysunki można zapamiętać w pamięci zewnętrznej. Niektóre programy pozwalają tworzyć archiwum typowych elementów graficznych: postaci, pojazdów, akcesoriów. Umożliwia to dzieciom łatwe tworzenie np. historyjek obrazkowych, a z drugiej strony – uczy systematyczności i zaznajamia z istotą funkcjonowania banku danych.

Mikrokomputer może być także atrakcyjnym narzędziem w warsztacie muzyka amatora. Podstawowym wymaganiem jest dobry, kilkukanałowy syntetyzator dźwięków z możliwością programowania zarówno barwy, jak tzw. obwiedni, czyli charakteru zmian amplitudy w czasie. Wymogi te spełniają praktycznie wszystkie popularne mikrokomputery poza ZX 81 i ZX Spectrum. W najprostszym przypadku komputer może spełnić rolę instrumentu muzycznego o programowanym brzmieniu. W tym przypadku celowe jest jednak dołączenie specjalnej klawiatury. Istnieje wiele programów zmieniających mikrokomputer w syntetyzator akustyczny o dość wyrafinowanych możliwościach. Ciekawe może być zastosowanie komputera do treningu słuchu i nauki czytania nut. Komputer może np. przedstawiać na ekranie nuty melodii i równocześnie ją reprodukować. Kilka niezależnych kanałów dźwiękowych pozwala wygrywać akordy. Podczas nauki gry na gitarze komputer może wyświetlać schematy poszczególnych chwytów, równocześnie odtwarzając ich brzmienie. Adept ma wtedy możliwość porównania dźwięku wzorcowego z uzyskanym przez siebie. Nawet najprostsze zastosowania, jako metronomu, „automatycznego perkusisty" czy wzorca częstotliwości przy strojeniu instrumentów, mogą przynieść znaczny pożytek.

Zupełnie nowe horyzonty otwiera zastosowanie komputera w komponowaniu. Specjalne programy pozwalają projektować partyturę wprost na ekranie, przesuwając nuty na pięciolinii za pomocą pióra świetlnego, myszki albo po prostu klawiszy sterujących kursorem. Gdy nuty tkwią na właściwych miejscach, komputer odtwarza skomponowaną melodię. Użytkownikowi nie jest potrzebna przy tym umiejętność gry na instrumencie. Tam, gdzie jest tworzona muzyka na kilka instrumentów komputer jest niezastąpiony, gdyż umożliwia natychmiastowe wypróbowanie kompozycji bez potrzeby absorbowania kilku wykonawców. Zmiana tonacji i tempa odbywa się w prosty sposób, przez zmianę odpowiednich parametrów za pomocą np. klawiszy funkcyjnych. Na zakończenie, gdy melodia jest gotowa, użytkownik może zażyczyć sobie wydrukowania partytury w jednym lub kilku egzemplarzach, w całości lub w rozbiciu na poszczególne głosy. Gotowe nuty można także zapisać na taśmie lub dysku.

Profesjonalne, elektroniczne instrumenty muzyczne nowszej generacji wyposażone są w komputerowe złącze MIDI. Pozwala ono łączyć instrumenty ze sobą i z

komputerem wyposażonym w podobne złącze. Niektóre nowocześniejsze mikrokomputery domowe, jak Atari 520 ST, mają złącze MIDI wbudowane na stałe.

W najnowszej generacji komputerów domowych (Atari 520 ST, Commodore AMIGA) zaznacza się tendencja do instalowania na stałe systemów cyfrowej analizy dźwięku, a nawet obrazu. W połączeniu ze sprzętem video otwiera to zupełnie nowe, oszałamiające możliwości, dostępne do niedawna jedynie w profesjonalnych studiach muzycznych i telewizyjnych. Możliwa stanie się obróbka sygnału dźwiękowego, prowadząca np. do eliminacji szumów lub do różnych efektów specjalnych, jak echo itd. Podobnie z obrazem telewizyjnym – komputer może odczytywać z magnetowidu kadr po kadrze, analizować go i przekształcać w postać cyfrową, a następnie poddawać obraz rozmaitym zabiegom. Prostym przykładem może być zmiana barwy bądź podniesienie kontrastu, bardziej złożonym – miksowanie kilku obrazów, celowa deformacja lub eliminacja wybranych jego elementów. Otwiera się tu wspaniałe pole do twórczego działania dla filmowców-amatorów.

Domowe banki danych to sprawa dyskusyjna. Można co prawda przechowywać na taśmie zbiór numerów telefonicznych albo dane o rodzinnym budżecie, lecz wydaje się, że w tej roli lepiej sprawdziłby się zwykły notes. Rola komputera domowego jako podręcznego „magazynu informacji", będzie jednak rosła wraz z większą możliwością stosowania pamięci masowych o dostępie bezpośrednim, szczególnych korzyści mogą spodziewać się m.in. hobbiści-kolekcjonerzy.

Miłośnicy piłki nożnej mogliby zgromadzić w komputerze dane o meczach piłkarskich, drużynach lub gwiazdach futbolu. Na każde życzenie dałoby się wtedy odtworzyć przebieg mistrzostw i turniejów, ustalić kto i kiedy zdobywał bramki, albo jacy zawodnicy występowali w drużynie. Może się przy tym okazać, że samo obcowanie z komputerem jest znacznie ciekawsze i bardziej emocjonujące niż bierne przyglądanie się jedenastce zawodników uganiających się po boisku za kawałkiem nadmuchanej skóry...

Filatelistom przyda się z pewnością podręczny bank danych o znaczkach pocztowych z własnej kolekcji. Jak wiadomo, wartość starych znaczków rośnie z roku na rok. Aktualne ceny podawane są w katalogach. Jeśli dane znaczków są zawarte w pamięci maszyny, to ich aktualizacja będzie prosta i niezbyt pracochłonna, a na zakończenie komputer będzie mógł obliczyć całkowitą wartość kolekcji.

Melomanom mającym dużą liczbę płyt i taśm, często dużą trudność sprawia odszukanie interesującego ich utworu albo np. sporządzenie aktualnej listy posiadanych nagrań danego wykonawcy. Tu też przydać się może bank danych, przechowujący informację o wytwórniach płytowych, nagraniach, muzykach, festiwalach itd. Na pytanie: „Gdzie znajduje się utwór pod tytułem „CZERWONA DRUMLA"? komputer udzieli odpowiedzi w ciągu kilku sekund. Jeszcze ciekawsze możliwości powstają przy bezpośrednim sprzężeniu komputera ze zdalnie sterowanym urządzeniem odtwarzającym, np. dyskofonem Compact-Disc. Po zaprogramowaniu kolejności utworów komputer może samodzielnie włączać potrzebne nagrania. Podobne możliwości otwierają się przed miłośnikami sprzętu

video. Szczególnie dobrze do tej roli nadają się komputery standardu MSX (zwłaszcza MSX–II). Z założenia są one bowiem przeznaczone do roli centrum sterującego domowym zestawem Hi-Fi-video.

Zakładając domowy bank danych trzeba brać pod uwagę fakt, że warunkiem jego praktycznej użyteczności jest pamięć masowa o dostępie swobodnym, np. na dyskach elastycznych. Można co prawda próbować umieścić wszystkie dane w pamięci operacyjnej, wczytując je z taśmy, a po zakończonej pracy zapisać je w aktualnej postaci na taśmie, ale trudno będzie wtedy zmieścić bazę danych o objętości większej niż 30 KB. Korzyści z zastosowania komputera do zarządzania danymi są tymczasem wyraźnie odczuwalne wtedy, kiedy liczba rekordów sięga tysiąca. Przy mniejszych zbiorach lepsze usługi odda zwykły notatnik. Wczytywanie i ponowny zapis danych na taśmę jest czasochłonny i uciążliwy, tym bardziej że dla bezpieczeństwa zapis trzeba powtórzyć lub przynajmniej zweryfikować zapamiętane na taśmie dane. W przeciwnym razie któregoś dnia okaże się, że wszystkie pieczołowicie wprowadzone zapisy nieodwracalnie stracono.

6.3. NOWE NARZĘDZIE MAJSTERKOWICZA

Mikrokomputer oferuje wiele możliwości majsterkowiczom, zwłaszcza radioamatorom. Istnieje dużo programów ułatwiających projektowanie wzmacniaczy tranzystorowych, zasilaczy, rozmaitych obwodów logicznych itd. Młody konstruktor może dowolnie zmieniać parametry elementów i ich połączenia, uzyskując natychmiast odpowiedź dotyczącą wpływu zmian na parametry układu. Odpada więc żmudne i ryzykowne dla podzespołów elektronicznych eksperymentowanie, a elektronik może skupić się na najciekawszej i najbardziej twórczej działalności, czyli projektowaniu. Fazy uruchamiania, testowania i strojenia zupełnie wyeliminować jednak nie sposób. I tu komputer może oddać nieocenione usługi. Wyposażony w różne przystawki, głównie przetworniki analogowo-cyfrowe, może spełniać rolę cyfrowego miernika uniwersalnego, generatora różnych impulsów i przebiegów elektronicznych, a nawet oscyloskopu z pamięcią. Do niedawna najprostszy nawet oscyloskop pamięciowy był zupełnie nieosiągalny dla kieszeni amatora. Dzisiaj komputer z prostym przetwornikiem pozwala niewielkim kosztem zbudować komfortowy, wielokanałowy oscyloskop o całkiem przyzwoitych parametrach.

Gdy układ jest wypróbowany, trzeba zaprojektować dla niego płytkę drukowaną. Ta pracochłonna (zwłaszcza przy druku dwustronnym) operacja, dla niedoświadczonego amatora jest często bardzo trudna, chyba żeby i tutaj wyręczyć się mikrokomputerem... Programy do projektowania obwodów drukowanych dają przedsmak nowoczesnej technologii. Oczywiście, programy te nie mogą równać się z profesjonalnymi, lecz w zupełności wystarczają do skonstruowania radioodbiornika, elektronicznej pozytywki lub interfejsu do komputera. Właśnie samodzielna budowa specjalistycznych interfejsów otwiera nowe możliwości zastosowań.

Radioamatorzy-krótkofalowcy chętnie wykorzystują mikrokomputer w swych

domowych radiostacjach. Może on służyć do automatycznego nastrajania odbiornika i nadajnika na zadaną częstotliwość, sterować położeniem zainstalowanej na dachu anteny lub automatycznie rejestrować przeprowadzone połączenie. Jeśli stosuje się telegrafię, komputer może podjąć się automatycznego szyfrowania i nadawania kodem Morse'a tekstu wypisanego na klawiaturze, albo wykonać zadanie odwrotne: rozszyfrowywać odbierany ciąg kresek i kropek, przekształcając go w tekst na ekranie monitora. Komputer jest też w stanie spełnić funkcję „trenera" przy nauce telegrafii.

Modelarzom mogą przydać się programy służące do wspomagania projektowania. Programy takie wymagają grafiki o dobrej rozdzielczości, minimum 640×200 punktów (większość komputerów domowych nie ma takich możliwości). Oprócz tego praktycznie niezbędna jest szybka pamięć masowa, np. dyskietki. Dopiero wtedy można myśleć o efektywnym sporządzaniu za pomocą komputera projektów konstrukcji i rysunków technicznych. W prostszych zastosowaniach komputer domowy całkiem jednak wystarcza. Przykładem mogą być programy do projektowania profilów modeli latających albo do obliczeń z zakresu statyki. Zastosowanie komputera otwiera zupełnie nowe możliwości w zdalnym sterowaniu wszelkimi modelami. Komputer odciąża „pilota" lub „kapitana" od wielu rozpraszających ich czynności, a równocześnie pozwala maksymalnie zwiększyć przepustowość radiowego kanału transmisyjnego.

Odpowiedni interfejs może zmienić mikrokomputer w „elektronicznego zawiadowcę" kolejki elektrycznej. Cały urok makiety kolejowej leży w udanym odtworzeniu ruchu pociągów. Składy powinny łagodnie rozpędzać się i hamować, przestrzegając na trasach właściwych prędkości. Rozjazdy, muszą ustawiać się na czas, podobnie jak semafory i inne sygnały; należy także dbać o zamykanie z odpowiednim wyprzedzeniem przejazdów kolejowych. Jeśli imitujemy ruch w porze wieczornej, oświetlenie okien budynków stacyjnych i mieszkalnych może zmieniać się okresowo, jak w rzeczywistości. Gdyby sterowanie miało odbywać się ręcznie, to trzeba by zatrudnić wiele osób, a i wtedy wykluczenie kolizji i nieporozumień nie byłoby możliwe. Staje się inaczej po podłączeniu mikrokomputera, ponieważ przebieg zdarzeń na makiecie można zaprogramować i wtedy komputer będzie się troszczył o ich odtworzenie, kontrolował położenie pociągów, a nawet wytwarzał odpowiednie efekty dźwiękowe, jak sapanie parowozu lub buczenie syreny. Aktualny stan rozjazdów i sygnałów, położenie pociągów na trasie i inne informacje o sytuacji mogą być nanoszone wprost na zobrazowany na ekranie schemat sieci kolejowej.

Jakie warunki powinien spełniać interfejs sprzęgający mikrokomputer z kolejką? Po pierwsze, musi umożliwiać sterowanie kilkudziesięcioma elementami dwustanowymi (np. rozjazd ustawiony na wprost – rozjazd ustawiany na lewo; światło włączone – światło wyłączone). Większość z tych elementów zasilana jest prądem przemiennym, dlatego interfejs musi współpracować z przekaźnikami lub triakami. Po drugie, trzeba zapewnić odczyt stanu kilkudziesięciu elementów dwustanowych (meldunki o położeniu zwrotnic, sygnalizacja obecności pociągu na

poszczególnych odcinkach toru). Stan tych elementów jest pierwotnie przekazywany za pomocą prądu przemiennego, należy więc przekształcić go na sygnały stałoprądowe typowe dla układów cyfrowych. Oprócz tego potrzebnych jest kilka interfejsów z przetwornikami cyfrowo-analogowymi. Ich zadaniem jest dostarczanie napięć o odpowiedniej wartości do sterowania lokomotywkami. Wszystko to wydaje się bardziej skomplikowane, jednak w rzeczywistości składa się z prostych, typowych bloków. Z ich wykonaniem łatwo poradzi sobie średnio zaawansowany elektronik-amator. Można oczekiwać, że wiele potrzebnych podzespołów i modułów funkcjonalnych będzie dostępnych w handlu.

7. ZAMIAST ZAKOŃCZENIA – – SPOJRZENIE W PRZYSZŁOŚĆ

Dzisiejsza informatyka przypomina motoryzację na początku naszego wieku. Podobnie jak pierwsze komputery osobiste, również pierwsze automobile własnymi rękami tworzyła garstka pionierów-zapaleńców. Do samochodu także odnoszono się nieufnie, a nawet wrogo, kwestionując jego praktyczną przydatność. Cóż, bardzo jeszcze prymitywne i zawodne dwuślady benzynowe nieraz przegrywały rywalizację z tradycyjnym zaprzęgiem konnym. Do czasu jednak. Wkrótce ulepszony i produkowany seryjnie samochód zaczął ułatwiać i umilać życie zwykłym ludziom, dla których stał się najzwyklejszym i zarazem niezbędnym składnikiem codzienności. Awaria pojazdu lub brak paliwa zaczęły nagle urastać do rangi życiowych problemów. Stało się tak dlatego, że samochód stworzył w życiu społeczeństwa nową jakość, pozwalając na sprawne pokonywanie przestrzeni fizycznej. Przed wiekiem podróż z miasta do miasta była przedsięwzięciem uciążliwym i ten stan rzeczy miał swe odzwierciedlenie w ludzkiej świadomości. Rewolucja motoryzacyjna zmieniła tę świadomość. Technika umożliwiła wygodne i szybkie podróżowanie – przywykliśmy do tego i nie pogodzilibyśmy się z odebraniem nam tej zdobyczy. Niemożność komfortowego dojazdu w określone miejsce – ongiś rzecz całkiem zwyczajną – dzisiaj odebralibyśmy jako coś uwłaczającego naszej ludzkiej godności. Motoryzacja pociągnęła więc za sobą określone skutki społeczne.

Jest wielce prawdopodobne, że historia motoryzacji powtórzy się w przypadku mikroelektroniki i informatyki i to kto wie, czy nie na jeszcze większą skalę. Powszechnie używany komputer stanie się bowiem środkiem do wygodnego pokonywania przestrzeni informacyjnej, odciążeniem nie dla nóg, lecz dla mózgu. Potrzeba sprawnego poruszania się w środowisku informacyjnym będzie zaś z czasem coraz bardziej paląca – istotniejsza niż konieczność lokomocji. W chwili, gdy minie szok cywilizacyjny, spowodowany pojawieniem się zupełnie nowego medium, komputer osobisty stanie się stałym elementem życia codziennego. Nastąpią nieuchronne przewartościowania w powszechnej świadomości; należy się też liczyć z poważnymi skutkami społecznymi rewolucji informatycznej. Pełny zasięg tych skutków trudno jeszcze przewidzieć. Do pozytywów będzie należeć z pewnością łatwiejszy dostęp do informacji, a co za tym idzie – stworzenie przesłanek do bardziej świadomych i celowych działań w różnych dziedzinach. Możliwe skutki negatywne, to: nadmierne uzależnienie człowieka od danych

wypracowanych i dostarczanych przez komputery, lenistwo intelektualne przejawiające się w preferowaniu rutynowych metod informatycznego przetwarzania w miejsce twórczego, odkrywczego spojrzenia itd. Niewątpliwie atrakcyjność i komfort różnych form obcowania z komputerem może przyczynić się też do dalszego ograniczenia aktywności ruchowej typowego „mieszczucha", bardzo niekorzystnej z fizjologicznego punktu widzenia. Aby w przyszłości ograniczyć skutki ujemne, stymulować zaś dodatnie, już dzisiaj trzeba rozpocząć kształtowanie świadomości przyszłych użytkowników komputerów. Pożądane jest przede wszystkim rozwijanie ogólnej aktywności intelektualnej i samodzielności oraz krytycyzmu w myśleniu.

Potrzeba intensywnej oświaty informatycznej jest pilna, ponieważ ekspansja informatyki odbywa się znacznie szybciej, niż innych dziedzin. Kolej, motoryzacja, lotnictwo, radio i telewizja potrzebowały wielu dziesięcioleci na ugruntowanie swej pozycji. Dało to społeczeństwom czas na uporanie się z powstającymi problemami zarówno w sferze instytucjonalnej, jak i świadomościowej. Tempo komputeryzacji jest szybsze i nie daje dość czasu na przystosowanie do nowych warunków.

Czy zainteresowanie informatyką nie jest jednak tylko krótkotrwałą modą, przelotną fascynacją? Czy komputer osobisty sprosta wszystkim oczekiwaniom? Czy nie wiążemy z nim nadmiernych nadziei? Takie pytanie postawić może każdy, kto miał okazję zetknąć się praktycznie z ZX Spectrum lub nawet IBM PC i poznać granice możliwości tych, w gruncie rzeczy, dość prymitywnych urządzeń. Odpowiedź tkwi w uświadomieniu sobie historycznej perspektywy i miejsca zajmowanego w niej przez nasz współczesny punkt widzenia. Spectrum i IBM PC zajmują takie miejsce w historii komputerów osobistych, jak np. Ford T z roku 1908 w dziejach automobilizmu. Następne pokolenie będzie podziwiać te mikrokomputery w muzeach, jako relikt z romantycznych, pionierskich lat rewolucji informatycznej. Warto pomyśleć, że już dziś pierwsze komputery osobiste Apple I i Commodore PET 2001 są łakomym kąskiem dla kolekcjonerów – uzyskują na aukcjach ceny znacznie przewyższające ich pierwotną wartość.

Jakimi drogami potoczy się rozwój komputerów osobistych? Bardzo szybka i pełna niespodzianek rewolucja technologiczna w mikroelektronice bardzo utrudnia wiarygodną odpowiedź na to pytanie. Stawianie prognoz na czas dłuższy niż kilka lat jest bardzo ryzykowne. Dowodzą tego niesprawdzone przepowiednie wybitnych autorytetów informatycznych, wygłoszone przed kilkunastu, a niekiedy nawet kilku laty. Tempo postępu na ogół przeszło oczekiwania, choć są dziedziny (np. sztuczna inteligencja), w których nie osiągnięto spodziewanych sukcesów. Wszystko wskazuje jednak na to, że do końca wieku będzie jeszcze niepodzielnie królować „klasyczna" technika półprzewodnikowych układów scalonych bardzo wielkiej skali integracji (VLSI). Pojemność pamięci operacyjnej, nawet w komputerach domowych, będzie wkrótce liczona w megabajtach i to bez wzrostu ceny urządzeń. Powszechne zastosowanie wydajnych mikroprocesorów o architekturze szesnasto- bądź trzydziestodwubitowej – zwłaszcza INTEL 80386 oraz MOTOROLA 68000 i 68020 – zwiększy o rząd wydajność tych urządzeń w porównaniu z dzisiejszym sprzętem ośmiobitowym. Rozdzielczość rzędu 640×400 punktów, z

możliwością niezależnego określenia barwy każdego punktu obrazu, za kilka lat będzie uważane za standardową, podobnie jak wielogłosowe, cyfrowe syntetyzery dźwiękowe, umożliwiające dość wierną imitację głosu ludzkiego. Możliwości graficzne i akustyczne będą szczególnie istotne w obliczu przewidywanej integracji komputera domowego z innym sprzętem informacyjnym: radiowo-telewizyjnym, elektroakustycznym, magnetowidem. Komputer domowy spełnia rolę centrum sterującego zestawem domowym Hi-Fi i video. Mikrokomputery wyższej klasy, standardowo zapewne, będą miały możliwość przetwarzania w postać cyfrową dźwięku i obrazu telewizyjnego (np. z kamery lub magnetowidu), a także syntezy animowanego obrazu telewizyjnego o jakości niewiele ustępującej odbieranemu z anteny. Przyczyni się to m.in. do znacznego wzrostu atrakcyjności i poziomu gier komputerowych. Popularne dziś, lecz dość prymitywne gry zręcznościowe ustąpią miejsca preferującym myślenie i bardzo rozbudowanym grom przygodowym (ang. adventures) lub przygodowo-zręcznościowym z realistyczną grafiką. Prawdopodobny jest też wielki wzrost popularności wszelkiego rodzaju symulatorów. Mikrokomputer ośmiobitowy nie pozwalał na osiągnięcie realistycznej symulacji, np. lotu samolotem. Procesor nie nadążał z obróbką informacji graficznej, obraz widziany z kabiny był bardzo uproszczony i zmieniał się skokowo w najlepszym razie kilka razy na sekundę. Szybkie procesory wspomagane zaawansowanymi, specjalizowanymi układami graficznymi pozwolą na stworzenie wrażenia płynnego ruchu. Pewne wyobrażenie o komputerach domowych początku lat dziewięćdziesiątych może dać najprawdopodobniej Commodore AMIGA.

Oprócz nowej generacji komputerów domowych, skonstruowanych głównie pod kątem grafiki i muzyki, płynąć będzie równolegle bardziej konserwatywny nurt mikrokomputerów półprofesjonalnych, zgodnych programowo z rozpowszechnionymi standardami np. IBM XT i AT. Obydwa nurty będą miały jednak wspólną cechę: intensywne poszukiwanie coraz skuteczniejszych środków dialogu człowieka z maszyną – zarówno na drodze sprzętowej, jak i programowej. Wszystko wskazuje na to, że do końca dwudziestego wieku w zadowalającym stopniu zostanie rozwiązany problem automatycznego rozpoznawania mowy. Pozwoliłoby to komunikować się za pomocą głosu nawet z już produkowanymi komputerami osobistymi.

Sprzęt profesjonalny natomiast, najpewniej będzie się rozwijał w kierunku zwiększenia zarówno mocy obliczeniowej (szybki procesor, pojemne, szybkie i niezawodne pamięci masowe) jak i możliwości pracy w różnych sieciach informatycznych. Podczas gdy mikroelektronika mknie naprzód, wąskim gardłem pozostaje wciąż oprogramowanie. Nowy mikrokomputer musi czekać na wartościowe oprogramowanie nieraz i dwa lata. Warunkiem usprawnienia pracy programistów jest odejście od asemblera i programowanie w językach wysokiego poziomu, np. w języku C. Będzie to możliwe wówczas, gdy duża pamięć operacyjna i szybki procesor zrekompensują niższą jakość kodu maszynowego produkowanego przez kompilator. Wiele możliwości rozpowszechnionych dziś, skomplikowanych mikroprocesorów może być wykorzystywanych wyłącznie przez wytrawnego programistę w języku asemblera. Kompilatory nie są więc w stanie skorzystać w

pełni z tych procesorów. Dało to bodziec do prac nad zupełnie nowym rodzajem mikroprocesorów o niekonwencjonalnej filozofii, zwanych *procesorami o zredukowanej liście rozkazów* (ang. RISC).

Dotychczas projektowano procesory tak, aby kod maszynowy mógł być jak najbardziej zwarty i zajmował w PAO mało miejsca. Lista rozkazów była dość bogata, a niektóre realizowane operacje – bardzo wymyślne. Niestety, wskutek tego procesory działały dość wolno, w tempie kilkuset tysięcy operacji elementarnych na sekundę. Procesory RISC mają niezbyt rozbudowaną listę rozkazów, obejmując tylko podstawowe operacje. Szybkość pracy wynosi jednak przynajmniej kilka milionów operacji na sekundę, co w połączeniu z długim (co najmniej trzydziestodwubitowym) słowem maszynowym zapewnia wielką wydajność. Kompilatory takich języków jak język C lub Pascal potrafią dobrze wykorzystać własności procesorów RISC. Co prawda kod maszynowy jest znacznie dłuższy niż dla „zwykłych" mikroprocesorów, ale wobec szybko rosnącej (i równocześnie taniejącej) pamięci operacyjnej nie ma to jednak żadnego znaczenia. Liczy się szybkość. Nad układami RISC pracują największe firmy, w tym IBM, która przedstawiła własny model komputera osobistego z procesorem RISC – IBM RT PC. Ten nowy rodzaj procesorów zrobi zapewne w niedługim czasie znaczną karierę. W początkowym okresie, jak można sądzić, hamulcem będzie brak oprogramowania. Na szczęście procesory RISC mogą z powodzeniem „udawać" (symulować) inne typy procesorów, w początkowej fazie więc będą mogły korzystać z programów już istniejących. Oczywiście nie ujawnią przy tym swych podstawowych zalet.

Rozwój oprogramowania użytkowego będzie nieuchronnie zmierzał w kierunku jak największego komfortu i prostoty obsługi. Celem będzie skrócenie czasu potrzebnego nawet zupełnie nieprzygotowanemu użytkownikowi na opanowanie programu w stopniu umożliwiającym efektywną pracę. Przyszłość otwiera się przed zintegrowanymi pakietami oprogramowania i wielokierunkowym trybem pracy, pozwalającym na równoczesne kontynuowanie wielu wątków.

Ostatnie lata naszego wieku będą zapewne okresem totalnej informatyzacji różnych dziedzin życia. Z pewnością będą intensywnie rozwijane ogólnie dostępne sieci informatyczne, w których rolę końcówki będzie spełniał mikrokomputer domowy lub biurowy. Oczekuje się nawet przeniesienia części stanowisk pracy umysłowej wprost do mieszkań personelu. Korzyści będą obopólne: pracownicy nie będą trwonić czasu na dojazdy do biura, spadnie natężenie ruchu ulicznego i emisja spalin, zaś przedsiębiorstwo zmniejszy nakłady na eksploatację pomieszczeń. Tempo i zasięg rozwoju sieci są jednak silnie uwarunkowane stanem sieci telekomunikacyjnej, rozwiązaniami prawnymi dotyczącymi łączności itd.

Rozwój masowej informatyki będzie dotyczył w mniejszym lub większym stopniu wszystkich nas. Chcąc niechcąc musimy więc informatykę poznać i polubić, tak jak poznaliśmy i polubiliśmy samochody, radia tranzystorowe, telewizory i pralki automatyczne. Poświęćmy nieco czasu i wysiłku, aby uczynić z komputera posłuszne narzędzie. Ta inwestycja z pewnością sowicie się opłaci!

Siemianowice Śl., czerwiec 1986 *Roland Wacławek*

DODATEK A.
PARADA MIKROKOMPUTERÓW

1. KOMPUTERY PROFESJONALNE

Główny wpływ na rozwój profesjonalnych komputerów osobistych wywierają w zasadzie dwie firmy: IBM i Apple. Sprzęt profesjonalny cechuje się solidnym wykonaniem i troską o ergonomię.

IBM PC (USA, 1981)

Procesor: szesnastobitowy INTEL 8088
Pamięć operacyjna: 40 KB ROM; 64–640 KB RAM + pamięć ekranu
Rozdzielczość tekstowa: 25 linii po 40 lub 80 znaków
Rozdzielczość graficzna: 640×200, 640×350 lub 720×348 punktów
16 barw
Prosty, jednokanałowy generator dźwiękowy

IBM PC nie jest szczytem nowoczesności, lecz stanowi obowiązujący standard w dziedzinie sprzętu profesjonalnego. Liczni, niezależni wytwórcy produkują komputery zgodne programowo (kompatybilne) z IBM PC. Główną cechą PC jest wielka elastyczność i duże możliwości rozbudowy, choć jego głównym przeznaczeniem są prace biurowe. Wewnątrz obudowy znajdują się gniazda, w które można włożyć kilka dodatkowych kart (płytek), wyposażając PC w grafikę o wielkiej rozdzielczości, najróżniejsze interfejsy i dodatkową pamięć, łącząc komputery w sieci itd. Podstawową pamięcią masową są dyskietki 5,25 cala o pojemności 360 KB; można też instalować wiele odmian dysków typu Winchester o pojemnościach 5–30 MB. Ulepszony wariant z „twardym" dyskiem nosi nazwę PC/XT. Najważniejszą zaletą tego komputera jest niezwykle bogate i wartościowe oprogramowanie użytkowe z praktycznie wszystkich dziedzin, a także różnorodny osprzęt.

IBM PC/AT (USA, 1984)

Procesor: szesnastobitowy INTEL 80286
Pamięć operacyjna: 64 KB ROM; 256 KB–4MB RAM + pamięć ekranu
Rozdzielczość tekstowa: 25 linii po 40 lub 80 znaków
Rozdzielczość graficzna: 640×200, 640×350 lub 720×348 punktów

16 barw
Prosty, jednokanałowy generator dźwiękowy

IBM PC/AT jest, dzięki zastosowaniu w nim znacznie nowocześniejszego i wydajniejszego mikroprocesora, rozwinięciem koncepcji PC/XT. Może on m.in. wykonywać pozornie równocześnie wiele programów, akceptuje przy tym oprogramowanie PC. Zastosowano w nim też nowe stacje dysków elastycznych o pojemności 1,2 MB. IBM PC/AT może wykorzystywać oprogramowanie i osprzęt PC/XT, ale dzięki zwiększonej wydajności jest lepszy od niego w zastosowaniach graficznych, technikach CAE i pracy w sieciach.

Apple MACINTOSH (USA, 1984)

Procesor: szesnastobitowy MOTOROLA 68000
Pamięć operacyjna: 64 KB ROM; 128, 512 lub 1024 KB RAM
Rozdzielczość tekstowa: zmienna, ok. 25 linii po 80 znaków
Rozdzielczość graficzna: 512×342 punkty
Monitor monochromatyczny
Jednokanałowy generator dźwiękowy

MACINTOSH jest komputerem o nowatorskiej koncepcji, ukierunkowanej na komfort obsługi. Podstawowym narzędziem dialogu człowiek-maszyna jest myszka, współpracująca z odpowiednim oprogramowaniem, dającym użytkownikowi warianty do wyboru w formie sugestywnych piktogramów. Uwalnia to człowieka od konieczności pamiętania złożonych instrukcji. Mikroprocesor jest znacznie wydajniejszy niż w IBM PC. Jako pamięć masowa stosowane są dyskietki 3,5 cala o pojemności 400 KB; można też dołączyć „twardy" dysk. Pewnym mankamentem jest brak barwnej grafiki i interfejsu Centronics, a także ograniczone możliwości rozbudowy. MACINTOSH, to mikrokomputer przeznaczony dla użytkowników bez przygotowania informatycznego: studentów i naukowców, przedstawicieli wolnych zawodów itd.

2. KOMPUTERY DOMOWE

Pierwsze komputery domowe łączyła koncepcja oddzielnych „klocków", z których użytkownik kompletuje system. Strategia producentów polegała na zachęcaniu do kupna dość taniej konsoli. Z upływem czasu klient nabywał kolejne elementy: monitory, stacje dysków itd. Konsola była więc „przynętą". Każde z dodatkowych urządzeń wymagało własnego zasilania i obudowy oraz przewodów połączeniowych. W efekcie koszt systemu był większy niż zintegrowanego komputera podobnej klasy. Plątanina łączących poszczególne urządzenia przewodów nie sprzyjała dobrej organizacji pracy ani niezawodności.

Sinclair ZX 81 (Wielka Brytania, 1981)

Procesor: ośmiobitowy Z80A

Pamięć operacyjna: 8 KB ROM; 1 KB RAM (rozszerzalna do 64 KB)
Rozdzielczość tekstowa: 24 linie po 32 znaki
Rozdzielczość graficzna: 64×44 punkty
Brak generatora akustycznego i możliwości operowania barwą

Sinclair ZX 81 jest pierwszym komputerem domowym, w którym konsekwentnie przestrzegano zasady minimalizacji ceny podstawowego zestawu. Dzięki chytrym rozwiązaniom technicznym jego część elektroniczna zawiera zaledwie 4 lub 5 układów scalonych LSI. Oszczędności osiągnięto też przez zastosowanie klawiatury foliowej (membranowej). Zamiast zwykłych, plastikowych przycisków ZX 81 ma elastyczną folię z nadrukowanym rysunkiem klawiszy. Dotknięcie miejsca, w którym widniał klawisz, powoduje zwarcie umieszczonych pod folią, przewodzących ścieżek. Niestety, taka klawiatura jest bardzo niewygodna i niepewna w użyciu. 1 KB RAM w wersji podstawowej to bardzo niewiele, gdyż część pamięci mikrokomputer rezerwuje do „prywatnych" potrzeb, z reszty zaś musi wykroić jeszcze pamięć ekranu. Im bardziej wypełniony ekran, tym mniej miejsca pozostaje dla programów i danych. Słabym punktem ZX 81 jest też powolny i zawodny zapis programów na taśmie magnetofonowej, całkowity brak interfejsów, wolna praca i brak możliwości definiowania przez użytkowników własnych znaków graficznych. Poprawę parametrów ZX 81 można osiągnąć przez dołączenie przystawek (16 do 64 KB pamięci RAM, grafika czarno-biała do 256×192 punkty, generator akustyczny). Oryginalną cechą ZX 81 jest interpreter Basica, który na bieżąco analizuje wprowadzane linie programu i nie akceptuje niepoprawnych formalnie instrukcji. Oprócz tego wszystkie słowa języka (LET, GOTO itd.) podaje się pojedynczymi wciśnięciami klawisza. Zastosowany w ZX 81 Basic jest wygodny dla początkujących, lecz znacznie odbiega od innych wersji tego języka. Mimo swej prostoty ZX 81 znalazł wielu miłośników i odegrał rolę europejskiego „zapalnika" eksplozji zainteresowań mikrokomputerami.

Sinclair ZX Spectrum (Wielka Brytania, 1982)
Procesor: ośmiobitowy Z80A
Pamięć operacyjna: 16 KB ROM; 16 lub 48 KB RAM
Rozdzielczość tekstowa: 24 linie po 32 znaki
Rozdzielczość graficzna: 256×192 punkty (w języku Basic 256×176)
8 barw po 2 odcienie
Jednokanałowy generator dźwiękowy

Choć znacznie doskonalszy od ZX 81, Spectrum zdradza wyraźne z nim pokrewieństwo. Wyraża się ono nie tylko w języku Basic, lecz przede wszystkim w koncepcji sprzętu jak najprostszego i jak najtańszego, odartego ze wszystkiego, co nie jest absolutnie niezbędne. Są dwie wersje ZX Spectrum, identyczne pod względem elektrycznym: z klawiszami gumowymi i plastikowymi (Spectrum plus). W obu wariantach klawiatura jest jednak kiepska, a wprowadzanie dłuższych programów – niewygodne, gdyż niektóre klawisze mają aż pięć różnych znaczeń – zależnie od kontekstu. Wbudowany głośniczek sygnalizuje wciśnięcie klawisza

cichym trzaskiem. „Umiejętności" muzyczne Spectrum są skromne. Definicja nowych znaków nie przedstawia trudności. Pamięcią zewnętrzną może być najzwyklejszy magnetofon, a zapis i odczyt jest kilkakrotnie szybszy i bardziej niezawodny niż w ZX 81. Niestety, brak jest jakichkolwiek integralnych interfejsów. Przyłączenie typowej drukarki wymaga posiadania zewnętrznego interfejsu, np. Interface 1 firmy Sinclair. To samo dotyczy joysticków. Brak też standardowej stacji dysków elastycznych. Zamiast dyskietki proponowano tzw. mikrodrajwy (microdrive) – miniaturowe jednostki pamięci taśmowej z tasiemką bez końca, mieszczące po ok. 90 KB. Ich użycie jest możliwe wyłączenie we współpracy z Interface 1. Poważny mankament to mała trwałość taśmy, niezbyt wielka jej pojemność oraz niewymienność z innymi systemami. ZX Spectrum jest typowym, najniższej klasy mikrokomputerem amatorskim o dość tandetnym wykonaniu i sporej awaryjności.

Commodore C-64 (USA, 1982)

Procesor: ośmiobitowy 6510 (zgodny programowo z 6502)
Pamięć operacyjna: 20 KB ROM; 64 KB RAM
Rozdzielczość tekstowa: 25 linii po 40 znaków
Rozdzielczość graficzna: 320×200 punktów
16 barw
Trzykanałowy syntetyzer akustyczny

C-64 to najpopularniejszy w latach 1983–86 komputer domowy świata. Firma Commodore wybrała inną strategię niż Sinclair i wyposażyła swój wyrób w wiele właściwości „na wyrost". Być może w tym tkwi tajemnica sukcesu. C-64 jest solidnie wykonany i ma dobrą klawiaturę z odrębnymi klawiszami funkcyjnymi. Komputer ma bardzo bogate wnętrze. Do dyspozycji programisty jest wiele wyspecjalizowanych układów do odmierzania czasu, interfejsów itd. Wbudowane są złącza do joysticków, manipulatorów pokrętnych (paddle) i pióra świetlnego oraz interfejs V.24 (ten ostatni wymaga dołączanej z zewnątrz, prościutkiej przystawki dopasowującej). Możliwości muzyczne są większe niż w innych komputerach domowych, zaś animowaną grafikę umożliwia 8 ruchomych obiektów (tzw. MOB lub sprite). Wbudowany Basic jest jednak bardzo skromny i nie pozwala na wygodne programowanie grafiki i muzyki – trzeba posługiwać się innymi językami programowania. Pamięcią zewnętrzną jest specjalny magnetofon albo stacja dysków 5,25 cala o pojemności 170 KB. Z uwagi na swoją elastyczność i wszechstronne możliwości rozbudowy C-64 jest doskonałym komputerem dla majsterkowiczów i programistów-amatorów.

Atari 800 XL (USA, 1983)

Procesor: ośmiobitowy 6502
Pamięć operacyjna: 24 KB ROM; 64 KB RAM
Rozdzielczość tekstowa: 24 linie po 40 znaków
Rozdzielczość graficzna: 320×192 punkty

16 barw po 8 odcieni
Czterokanałowy generator akustyczny

Firma Atari zasłynęła w końcu lat siedemdziesiątych z halowych gier telewizyjnych, spotykanych w salonach gier także i w Polsce. Jej komputery domowe były więc konstruowane głównie z myślą o grach TV. Świadczą o tym m.in. ich bogate możliwości muzyczne i niezła grafika – różnych trybów graficznych jest aż dwanaście. Animację ułatwiają cztery ruchome obiekty. Bardzo wiele gier sprzedawanych jest w postaci modułów pamięci ROM, włączanych za pośrednictwem specjalnego gniazda w obudowie. Podstawową pamięcią zewnętrzną jest specjalny, firmowy magnetofon (użycie zwyczajnego „kaseciaka" nie jest możliwe) albo stacja dysków elastycznych 5, 25 cala o pojemności do 127 KB. Atari 800 XL posiada integralne interfejsy do joysticków i manipulatorów pokrętnych (paddle). Nowszy wariant, Atari 130 XE, różni się od 800 XL tylko większą pamięcią RAM, wykorzystaną jako dysk półprzewodnikowy.

MSX (międzynarodowe porozumienie firm, 1983)

Procesor: ośmiobitowy Z80A
Pamięć operacyjna: 32 KB ROM; 32–64 KB RAM + 16 KB pamięci ekranu
Rozdzielczość tekstowa: 24 linie po 32 lub 40 znaków
Rozdzielczość graficzna: 256×192 punkty
16 barw
Trójkanałowy generator akustyczny

MSX nie jest nazwą komputera, lecz nazwą pierwszego standardu na rynku komputerów domowych. Standard ten opracowała firma Microsoft, a ponad dwadzieścia wielkich firm elektronicznych (głównie dalekowschodnich np. Spectravideo, Sony, Yamaha, JVC, Sanyo i inne) zobowiązało się go przestrzegać. Wszystkie komputery systemu MSX mają podobną organizację sprzętową i ten sam komfortowy Basic. Pamięcią masową jest magnetofon lub mikrodyski 3,5 cala o pojemności 360 KB. W systemie tym można łączyć ze sobą konsole, stacje dysków, drukarki itd. różnych producentów, wymienne jest też oprogramowanie. Opracowano już nowy standard MSX-II o lepszych parametrach, zwłaszcza graficznych.

Gdy minęła szalona fascynacja komputerem jako fenomenem technologii, wielu klientów zaczęło przywiązywać wagę do walorów funkcjonalnych. Nowa generacja komputerów domowych miała solidniejszą konstrukcję i możliwości zbliżone do prostego sprzętu profesjonalnego.

Amstrad CPC-464/Schneider CPC-464 (Wielka Brytania, 1983)

Procesor: ośmiobitowy Z80A
Pamięć operacyjna: 32 KB ROM; 64 KB RAM
Rozdzielczość tekstowa: 25 linii po 20, 40 lub 80 znaków
Rozdzielczość graficzna: 640×200 punktów

27 barw
Trzykanałowy generator akustyczny

System składa się z konsoli mieszczącej mikrokomputer, klawiaturę i magnetofon kasetowy oraz z monitora, w który wbudowany jest zasilacz całości. Monitor może być barwny lub monochromatyczny, z zieloną poświatą. Obydwa składniki systemu tworzą estetyczną całość i są połączone pojedynczym przewodem. Klawiatura jest wygodna w użyciu, język Basic – dość rozbudowany o bardzo szybkim interpreterze, a definiowanie własnych znaków graficznych jest niezwykle proste. Oprócz gniazd do joysticków, CPC-464 ma wbudowany interfejs Centronics umożliwiający podłączenie drukarki (niestety, odbiega on trochę od standardu). Dzięki dobrej rozdzielczości ekranu komputer może być w warunkach domowych z powodzeniem wykorzystany np. do redagowania tekstów. Dobra grafika w połączeniu z interesującymi właściwościami muzycznymi czynią go równocześnie atrakcyjnym sprzętem do gier telewizyjnych. Komputer ten uważany jest za solidnie wykonany i wyjątkowo niezawodny.

Amstrad CPC-664/Schneider CPC-664 (Wielka Brytania, 1985)

Procesor: ośmiobitowy Z80A
Pamięć operacyjna: 48 KB ROM; 64 KB RAM
Rozdzielczość tekstowa: 25 linii po 20, 40 lub 80 znaków
Rozdzielczość graficzna: 640×200 punktów
27 barw
Trzykanałowy generator akustyczny

Jest to rozwinięcie komputera CPC-464. W porównaniu z poprzednikiem została ulepszona klawiatura, Basic zaś wzbogacony o nowe rozkazy. Najistotniejsza różnica polega jednak na zastąpieniu magnetofonu kasetowego wbudowaną w konsolę szybką stacją dysków elastycznych o średnicy 3 cale i pojemności 170 KB (magnetofon można, w razie potrzeby, dołączyć z zewnątrz). Dzięki temu wzrósł komfort obsługi i powiększyły się możliwości praktycznych zastosowań. Ważną zaletą jest zdolność tego komputera do pracy w systemie operacyjnym CP/M 80 (wersja 2.2). Zapewnia to dostęp do bogatego oprogramowania użytkowego. Niestety, dla najwartościowszych programów pamięć RAM jest za mała, wiele zaś innych programów najpierw musi zostać adaptowanych dla CPC-664. Pewną wadą jest też dość duża cena dyskietek, zwłaszcza zaś ich nietypowy format, utrudniający wymianę danych z innymi komputerami.

Amstrad CPC-6128/Schneider CPC-6128 (Wielka Brytania, 1985)

Procesor: ośmiobitowy Z80A
Pamięć operacyjna: 48 KB ROM; 128 KB RAM
Rozdzielczość tekstowa: 25 linii po 20, 40 lub 80 znaków
Rozdzielczość graficzna: 640×200 punktów
27 barw
Trzykanałowy generator akustyczny

Od CPC-664 różni się zmienioną klawiaturą oraz podwojeniem pojemności pamięci RAM. Stało się więc możliwe zastosowanie w nim ulepszonej wersji systemu CP/M 3.1. W ten sposób komputer może właściwie korzystać z całego oprogramowania, po jego ewentualnej adaptacji, dostępnego w tym systemie. CPC-6128 może być z powodzeniem użyty w pracy zawodowej. Jak inne komputery z tej rodziny jest solidny i niezawodny.

Commodore C-128 (USA, 1984)

Procesory: ośmiobitowe 8502 (zgodny z 6502) oraz Z80A
Pamięć operacyjna: 64 KB ROM; 128 KB RAM + 16 KB pamięci ekranu
Rozdzielczość tekstowa: 25 linii po 40 lub 80 znaków
Rozdzielczość graficzna: 320×200 punktów, 640×200 punktów
16 barw
Trzykanałowy syntetyzer akustyczny

C-128 wywodzi się w prostej linni od C-64, ma jednak rozszerzoną pamięć operacyjną i drugi sterownik ekranu o podwyższonej rozdzielczości. Stary (przejęty z C-64) i nowy sterownik mają oddzielne wyjścia monitorowe, więc C-128 może wysyłać informacje niezależnie na dwa ekrany. Reszta właściwości sprzętowych jest taka sama jak w C-64. C-128 może pracować w trzech trybach. W jednym imituje C-64 i akceptuje całe jego bogate oprogramowanie. W drugim, podstawowym, dysponuje bardzo dobrym Basicem i pamięcią operacyjną 128 KB,oraz możliwością podwojenia szybkości pracy procesora w porównaniu z C-64. W trzecim trybie włącza się procesor Z80 i C-128 może pracować w systemie operacyjnym CP/M 80 (wersja 3.0). Dzięki koncepcji „kameleona", zdolnego pracować w różnych systemach, C-128, wśród komputerów domowych z procesorami ośmiobitowymi, może być uważany za uniwersalny i najlepiej oprogramowany. Pamięcią masową może być magnetofon lub stacja dyskietki 5,25 cala. Mankamentem C-128 jest wolna praca w systemie CP/M.

W komputerach CPC-6128 i C-128 technika ośmiobitowa osiągnęła kres możliwości. Na początku roku 1985 pojawiła się całkiem nowa generacja komputerów domowych o świetnych parametrach technicznych i podobnej filozofii co Apple MACINTOSH.

Atari 520 ST (USA, 1985)

Procesor: szesnastobitowy MC 68000
Pamięć operacyjna: 192 KB ROM; 1024 KB RAM
Rozdzielczość tekstowa: 25 linii po 80 znaków
Rozdzielczość graficzna: 640×400 punktów
512 barw
Czterokanałowy generator dźwiękowy

Jest to nowoczesny komputer o dużej pamięci operacyjnej, szybkim procesorze i dużych walorach graficznych. Oprócz standardowych interfejsów V.24 i Centronics możliwe jest dołączenie myszki, która jest podstawowym narzędziem w

dialogu z maszyną. Pamięcią masową są: dyskietki 3,5 cala o pojemności 360 lub 720 KB lub dodatkowy dysk typu Winchester. Istnieje kilka wersji: 260 ST (512 KB RAM), 1040 ST (1024 KB RAM, wbudowana stacja dysków i zasilacz) itd. Razi trochę koncepcja oddzielnej konsoli, zapożyczona ze starszych komputerów domowych.

Commodore AMIGA (USA, 1985)

Procesor: szesnastobitowy MC 68000
Pamięć operacyjna: 192 KB ROM; 256 lub 512 KB RAM.
Rozdzielczość tekstowa: 25 linii po 80 znaków
Rozdzielczość graficzna: 640×400 punktów
4096 barw
Dwa dwukanałowe syntetyzery dźwiękowe

Komputer o bardzo nowoczesnej koncepcji, rewelacyjnych możliwościach graficznych i muzycznych. Trzy dodatkowe, specjalistyczne procesory odciążają mikroprocesor od zadań pomocniczych, umożliwiają realistyczną animację, a nawet syntezę ludzkiego głosu. Standardową pamięcią masową jest stacja dyskietek 3,5 cala o pojemności 880 KB; można też dołączyć dysk typu Winchester. Oprócz standardowych interfejsów: V.24 i Centronics możliwe jest dołączenie joysticków, paddle i oczywiście myszki. AMIGA może przetwarzać w postać cyfrową zarówno sygnał dźwiękowy jak i wizyjny (np. z kamery lub magnetowidu), co pozwala np. na analizę i przetwarzanie obrazu TV. Oprogramowanie jest komfortowe. AMIGA podobnie jak Atari 520 ST, jest uniwersalną maszyną nadającą się do użytku zarówno profesjonalnego, jak i amatorskiego.

DODATEK B.
PROGRAMISTYCZNA WIEŻA BABEL

Choć liczba używanych języków programowania przekracza czterysta, to dużą popularność zdobyło jednak niewiele z nich. Każdy z tych języków ma wady i zalety, lepiej lub gorzej nadając się do różnych zastosowań. W epoce „przed mikroprocesorem" popularne były języki: Fortran, Algol, Cobol i PL/I, używane w dużych komputerach. Pierwszy z nich zainspirował twórców języka Basic, drugi – twórców języka Pascal.

Asembler

Zorientowany maszynowo, symboliczny język programowania niskiego poziomu, a także translator tego języka. Instrukcje asemblera odpowiadają pojedynczym rozkazom maszynowym. Każdy typ procesora wymaga własnego asemblera. Programowanie w języku asemblera wymaga dużych kwalifikacji programisty i dobrej znajomości wewnętrznej organizacji procesora i całego systemu. W zamian za to, język asemblera umożliwia optymalne wykorzystanie wszystkich zalet komputera i konstruowanie programów bardzo efektywnych, zajmujących niewiele miejsca w pamięci operacyjnej i działających z maksymalną szybkością. Uruchamianie programów i wyszukiwanie w nich błędów jest trudne. Często podstawową część programu pisze się w języku wysokigo poziomu (np. Basic, Pascal), a w języku asemblera koduje się tylko fragmenty decydujące o szybkości pracy.

Oto przykład programu w języku asemblera:

```
015␣␣␣␣PRZYGO:␣LD␣␣␣HL,␣␣␣ADRES1
016␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣ADD␣␣HL,␣␣␣DE
017␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣LD␣␣B,␣␣␣␣15
018␣␣␣␣PETLA:␣␣␣␣␣␣LD␣␣␣(HL),␣SYMBOL
019␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣INC␣␣HL
020␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣DJNZ␣PETLA
021␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣RET
```

Basic

Powstał już w roku 1964 i w założeniach miał być językiem do nauki programowania, łatwym do opanowania przez niefachowców. Do roku 1977 Basic wegetował jednak w cieniu innych języków, gdyż nie pozwalał efektywnie wykorzystać możliwości wielkich komputerów. Gdy powstały pierwsze komputery osobiste, należało wyposażyć je w jakiś prosty język programowania. Basic sam się narzucał, także dlatego że jego interpreter można było zmieścić w niewielkim obszarze pamięci (do około 4 KB). Dziś język Basic jest najpopularniejszym językiem świata, dostępnym niemal w każdym komputerze osobistym. Basic jest językiem dialogowym i może być szybko opanowany przez osoby bez przygotowania informatycznego. Hamulcem w jego poważniejszych zastosowaniach jest trudność strukturalizacji (podziału na niezależne bloki) programu i danych. Psuje to czytelność programu i utrudnia jego uruchomienie. Łatwość wprowadzenia poprawek zachęca programistę do niechlujstwa w konstruowaniu programu i tworzy złe nawyki. Poważnym problemem jest mnogość odmian (dialektów) tego języka. Praktycznie każda rodzina komputerów (zwłaszcza domowych) ma swój dialekt, zwykle znacznie różniący się od innych. Często uniemożliwia to wręcz przenoszenie programów między komputerami różnych typów. Najpopularniejsza jest odmiana Microsoft-Basic, stosowana zwłaszcza w sprzęcie profesjonalnym (MBasic, GWBasic).

Basic jest językiem uniwersalnym i dobrze się nadaje do zastosowań drobnych, takich jak podręczne rachunki, dorywcze sporządzanie wykresów itd., gdy długość programu nie przekracza 100 linii. Przeznaczony jest do samodzielnego rozwiązywania problemów przez różnych użytkowników. Profesjonaliści stosują go rzadko, z uwagi m.in. na brak zaawansowanych środków programistycznych i wolne tempo realizacji programów.

Oto przykład programu w języku Basic:

```
10 LET␣S=0:␣LET␣X=0
20 LET␣X=X+1
30 LET␣S=S+SQR(X)
40 IF␣S<=5000␣THEN␣GO␣TO␣20
50 PRINT␣"Ilość␣liczb=";␣S
```

Pascal

Stworzył go znany autorytet – N. Wirth w roku 1968, jako narzędzie do nauki programowania strukturalnego. Pascal szybko zdobył uznanie i popularność – najpierw na wyższych uczelniach, później jako narzędzie do pisania programów użytkowych. Dziś jest drugim co do popularności językiem programowania wysokiego poziomu dla komputerów osobistych. Pascal wymaga od programisty starannej, przemyślanej i logicznej konstrukcji programów. Program napisany w tym języku zbudowany jest z niezależnych „klocków" – modułów, realizujących wyodrębnione podzadania. Pascal dysponuje wieloma instrukcjami struktura-

lnymi i możliwością budowy złożonych, lecz elastycznych i bardzo wygodnych w manipulacji struktur danych. Programista może stosować długie, sugestywne nazwy zmiennych i innych samodzielnie definiowanych elementów programu. Dzięki temu programy w języku Pascal cechują się doskonałą czytelnością i prawie nie wymagają oddzielnych komentarzy. Elegancja i uniwersalność uczyniły Pascal międzynarodowym językiem publikacyjnym, tzn. służącym do zapisu algorytmów w literaturze fachowej (poprzednio rolę tę odgrywał jego prekursor Algol). Istnieje kilka odmian języka Pascal. Szczęśliwie różnice między nimi są znacznie mniej istotne niż w języku Basic i dotyczą przeważnie operacji wprowadzania i wyprowadzania danych.

Pascal to typowy język kompilacyjny. Konieczność kompilacji wydłuża proces przygotowania programu, jednak skompilowany już program działa szybko. Wielką popularność w świecie komputerów osobistych zdobywa Turbo-Pascal, cechujący się szybką kompilacją i komfortem pracy nad programem. Dzięki ścisłemu powiązaniu edytora i kompilatora Turbo-Pascal jest niewiele trudniejszy w użytkowaniu niż Basic, co zyskało mu wielu zwolenników zarówno w szkolnictwie, jak i wśród innych użytkowników nieprofesjonalnych. Rola języka Pascal będzie rosła.

Pascal jest uniwersalny, dobrze nadaje się zarówno do obliczeń naukowo-inżynierskich, jak i do celów graficznych, opracowywania tekstów, przetwarzania danych i obsługi banków danych, a nawet do pisania tzw. programów narzędziowych. Ponieważ jest efektywny i pozwala tworzyć duże programy o eleganckiej budowie, jest chętnie używany przez zawodowych programistów.

Oto przykład programu w języku Pascal:

```
PROGRAM Przyklad;
    CONST granica=5000;
    VAR     x     : INTEGER;
            suma : REAL;
BEGIN
            suma:=0;x:= 0;
            REPEAT      x:= x+1;
                        suma:=suma+SQRT(x);
            UNTIL suma > granica;
            WRITELN('ilość liczba=',suma)
END.
```

Forth

Jest to typowy język używany do zastosowań nienumerycznych (nie związanych z obliczeniami matematycznymi). Forth jest językiem rozszerzalnym, tzn. programista może samodzielnie definiować słowa, które następnie stają się rozkazami języka na równi z rozkazami dostępnymi pierwotnie. Filozofia języka Forth jest niecodzienna i bardziej uwzględnia efektywność programu niż przyzwy-

czajenia programisty. Forth stosuje do zapisu wyrażeń beznawiasową, tzw. polską notację odwrotną, w której symbole operacji umieszczane są nie między argumentami, lecz po nich. Większość translatorów języka operuje wyłącznie na liczbach całkowitych. Najważniejszą strukturą danych jest tzw. stos, na którym umieszczane są wartości uczestniczące w działaniach. Wskutek tego programy w tym języku mają dość „egzotyczny" wygląd i cechuje je kiepska czytelność. Od programisty wymagana jest systematyczność i surowa dyscyplina. Programy w języku Forth zajmują mało miejsca w pamięci i są wykonywane szybko, mimo że jest to język dialogowy. Jego zasada pracy łączy jednak interpretację z kompilacją. Definicja każdego nowego słowa jest bowiem kompilowana natychmiast po wprowadzeniu i w takiej „szybkobieżnej" formie wykorzystywana w programie.

Forth najczęściej jest wykorzystywany do programowania komputerów sterujących maszynami, procesami technologicznymi itd. Ma on wiele cech porównywalnych z asemblerem i często może go zastępować. Czas tworzenia oprogramowania w języku Forth jest jednak znacznie krótszy. Ponieważ opanowanie go jest dość trudne, stosowany jest głównie przez zawodowych programistów. W związku z rozwojem automatyki i robotyki rola języka nieco wzrasta.

Oto przykład programu w języku Forth:

```
:␣SYMBOL␣DUP␣EMIT ;
:␣WIERSZ␣0␣DO␣SYMBOL␣LOOP␣CR ;
:␣TRAPEZ␣15␣0␣DO␣I␣10␣*␣1000␣+
␣.␣SPACE␣I␣7␣+␣WIERSZ␣LOOP␣;
:␣FIGURA␣CR␣42␣TRAPEZ␣CR␣;
```

Logo

Język Logo stworzono w roku 1968 z myślą o uczeniu dzieci podstaw informatyki i ułatwieniu im kontaktu z komputerem. Inwazja mikrokomputerów i wywołane nią zainteresowanie edukacją komputerową zapewniło mu szybką karierę. Logo działa w trybie dialogowym i jest świetnym narzędziem dydaktycznym. Charakterystyczna dla Logo jest grafika. Sterowany prostymi, naturalnymi rozkazami „żółw", przemieszcza się po ekranie, znacząc ślad swej drogi wykreśloną linią. Uczeń dostrzega natychmiast skutki swoich działań i może łatwo rozpoznawać błędy, zwłaszcza że interpreter sygnalizuje problemy wyczerpującymi komunikatami. Logo jest językiem rozszerzalnym, pozwala użytkownikowi tworzyć własne słowa języka. Program w Logo składa się z samodzielnych modułów, które mogą być częścią większego programu lub występować samodzielnie, wywoływane z klawiatury w trybie dialogu. Jest to język łatwy do opanowania, uczy logicznego i strukturalnego myślenia.

Podstawowym zastosowaniem Logo jest edukacja informatyczna, zwłaszcza dotycząca najmłodszych. Do poważniejszych zastosowań, głównie obliczeniowych i wymagających operowania na dużych zbiorach danych, Logo jednak się nie nadaje.

Oto przykład programu w języku Logo:

```
TO␣OKRAG
MAKE␣"KAT␣360/60
REPEAT␣60␣[FORWARD␣3␣RIGHT␣:␣KAT]
END
```

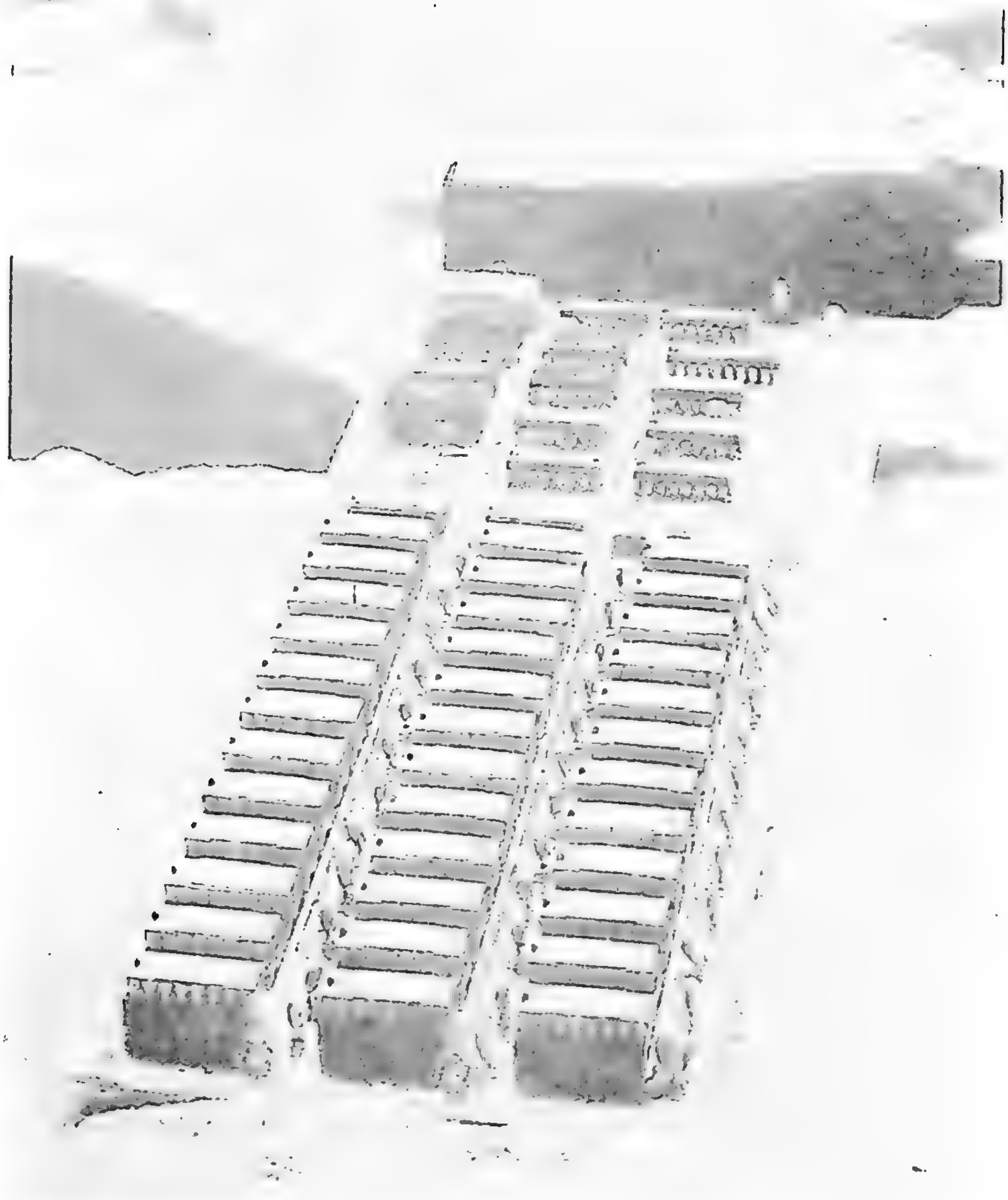
C

Jeden z najmłodszych języków programowania, opracowany w 1972 r. Język C należy do języków programowania wysokiego poziomu, pozwala tworzyć programy modularne oraz złożone i elastyczne struktury danych; równocześnie zapewnia efektywny kod maszynowy (C jest językiem kompilacyjnym). Program w C budową przypomina program w Pascalu, jest jednak znacznie zwięźlejszy. Równocześnie C posiada właściwości zapewniające skuteczne wykorzystanie cech procesora i programowanie praktycznie na poziomie maszynowym. Stałym elementem języka są np. operacje na pojedynczych bitach, co wyróżnia C spośród języków wysokiego poziomu. Utrzymano standaryzację języka, ułatwiającą przenoszenie oprogramowania z jednego komputera na inny. W większości zastosowań C jest w stanie zastąpić asembler. Pisanie programów w C jest przy tym znacznie wygodniejsze i szybsze niż w asemblerze. Czytelność programów nie jest jednak najlepsza, a możliwość popełnienia błędów – spora. Język C jest narzędziem przeznaczonym głównie dla profesjonalistów, a stosowany jest zarówno do tworzenia programów narzędziowych, jak i użytkowych. Język C wypiera stopniowo asemblera, a jego znaczenie będzie rosło w miarę upowszechniania się systemu operacyjnego UNIX, w którym C jest podstawowym językiem programowania.

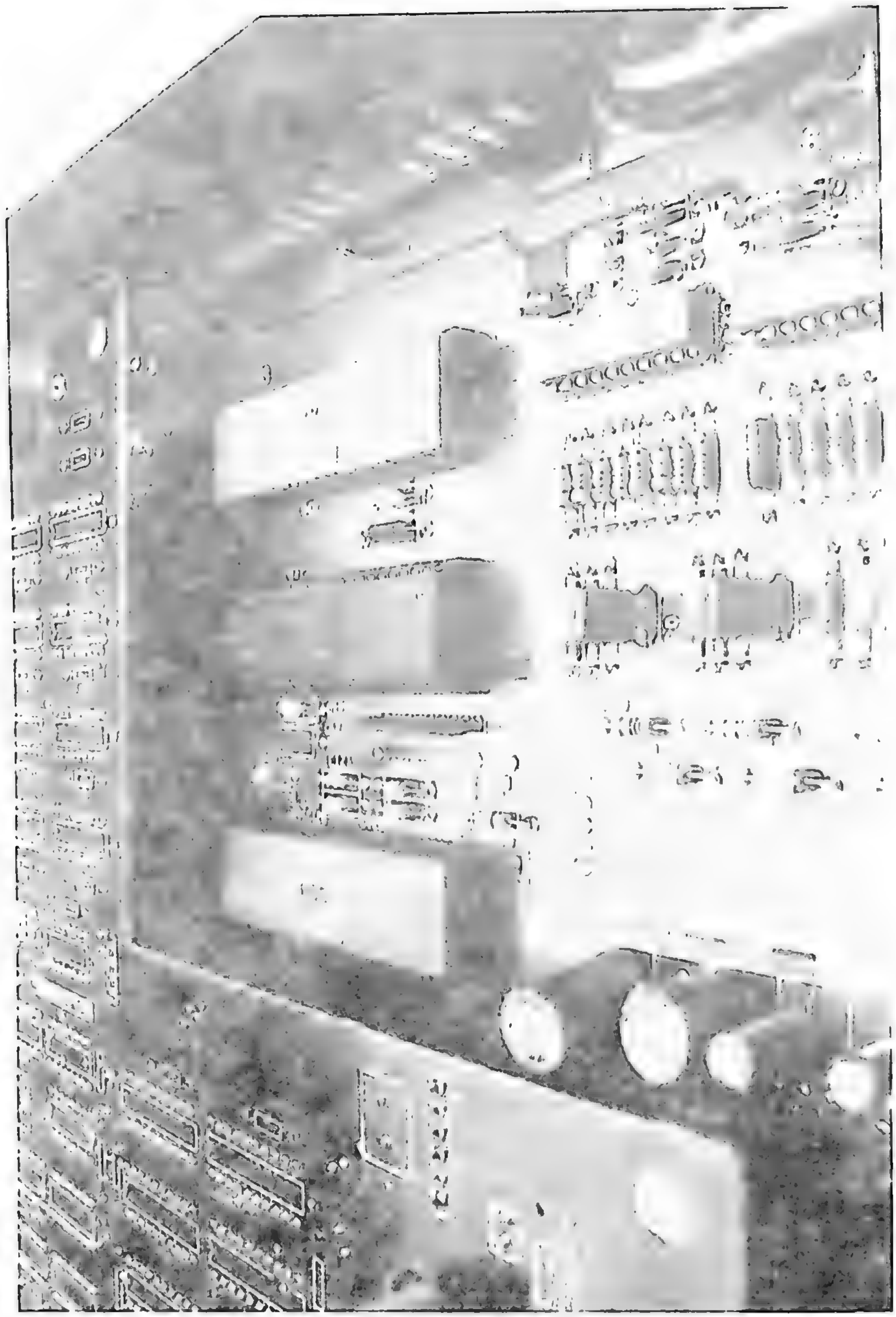
Oto przykład programu w języku C:

```
zliczanie(n)
unsigned␣n;
{␣int␣b;
␣␣␣for␣(b=0;␣n␣!=0;␣n␣>>=␣1)
␣␣␣␣␣␣␣if␣(n␣&␣01)␣␣b++;
␣␣␣return(b);␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣}
```

Który język programowania jest najlepszy? Równie dobrze można rozważać wyższość skrzypiec nad puzonem. Pewne utwory muzyczne lepiej zagrać na jednym instrumencie, inne na drugim. Podobnie ma się rzecz z problemami programistycznymi. Nikt rozsądny nie użyje asemblera do programowania obliczeń ani Logo do sterowania szybkimi układami automatyki. Programiście nieprofesjonalnemu można polecić zajęcie się językiem Basic i Pascal, gdyż są one dość łatwe do opanowania, a przy tym uniwersalne.

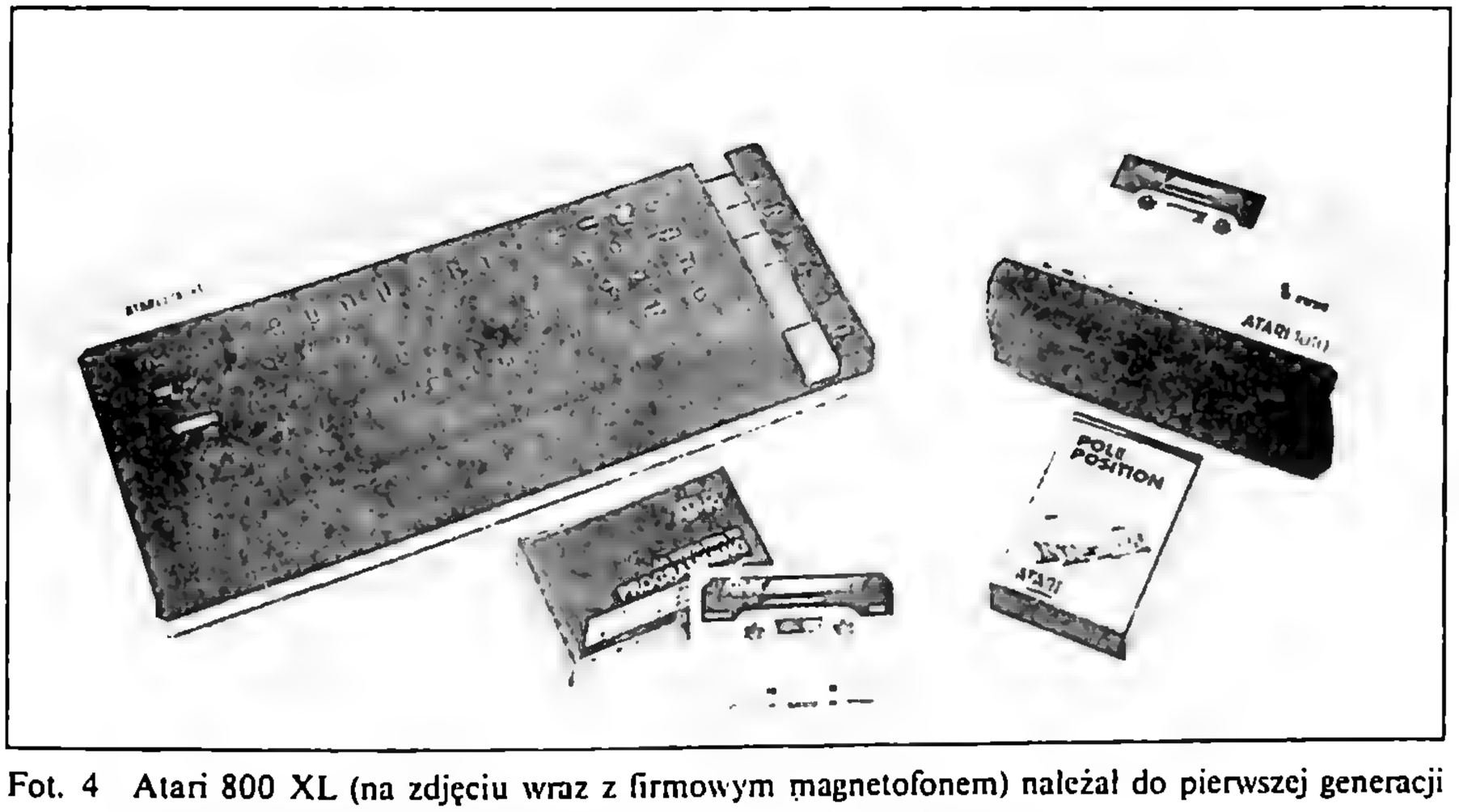


Fot. 1 Płytka (inaczej: karta, pakiet) z układami scalonymi, mieszcząca fragment pamięci operacyjnej komputera osobistego.

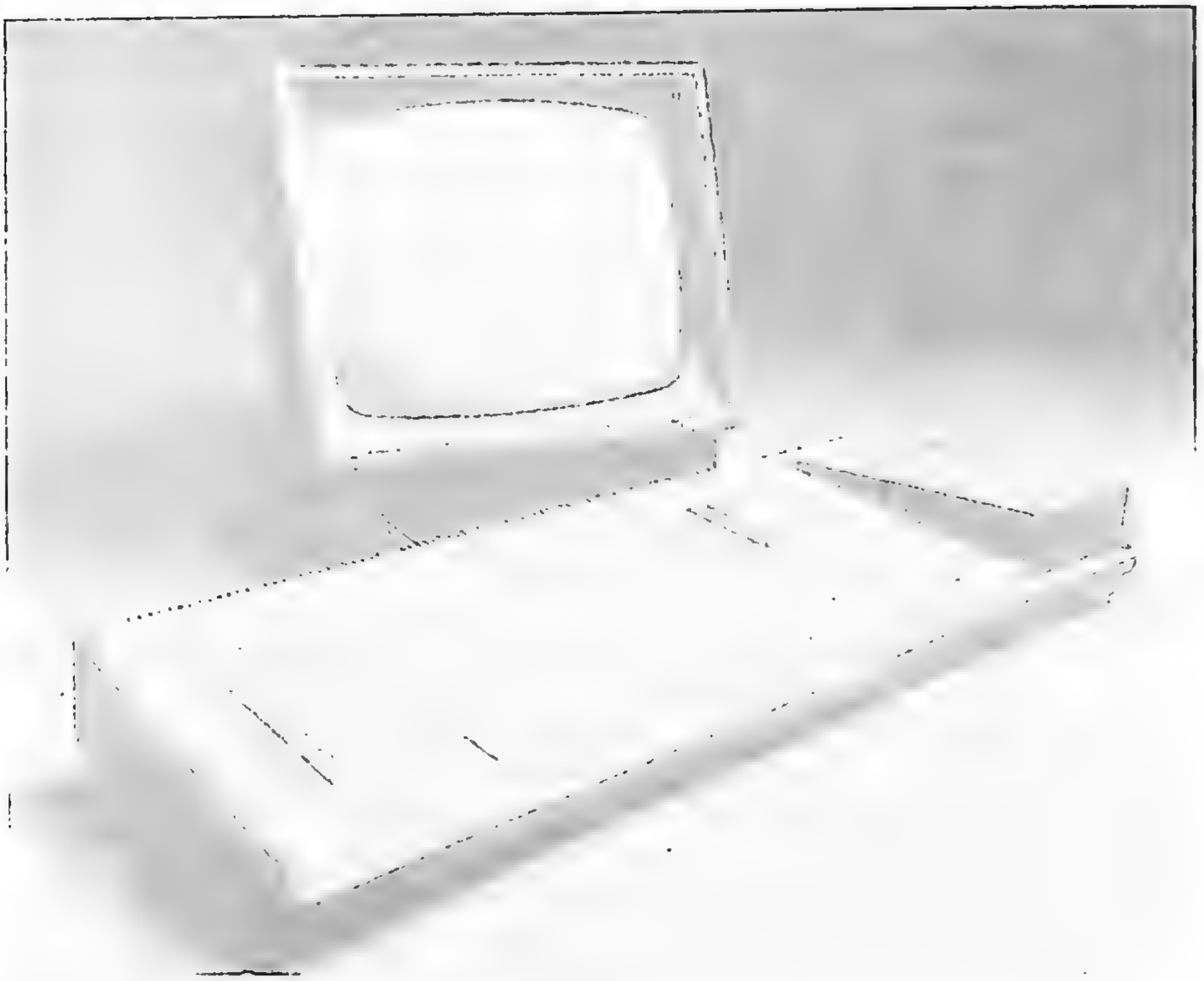


Fot. 2 Wnętrze nowoczesnego mikrokomputera (tu: Commodore Amiga).

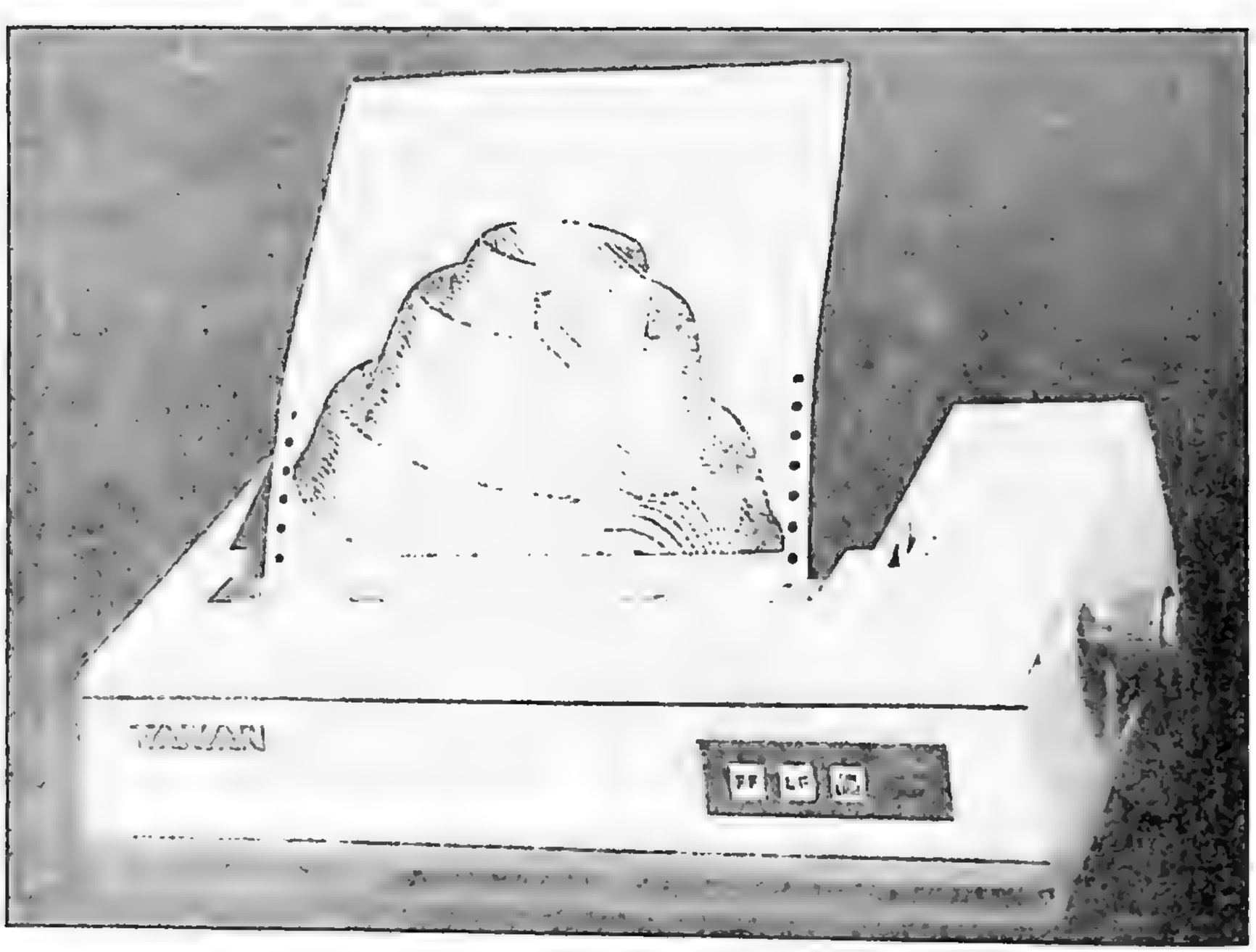
Fot. 3 Profesjonalny komputer osobisty IBM PC na stanowisku pracy w laboratorium przemysłowym.



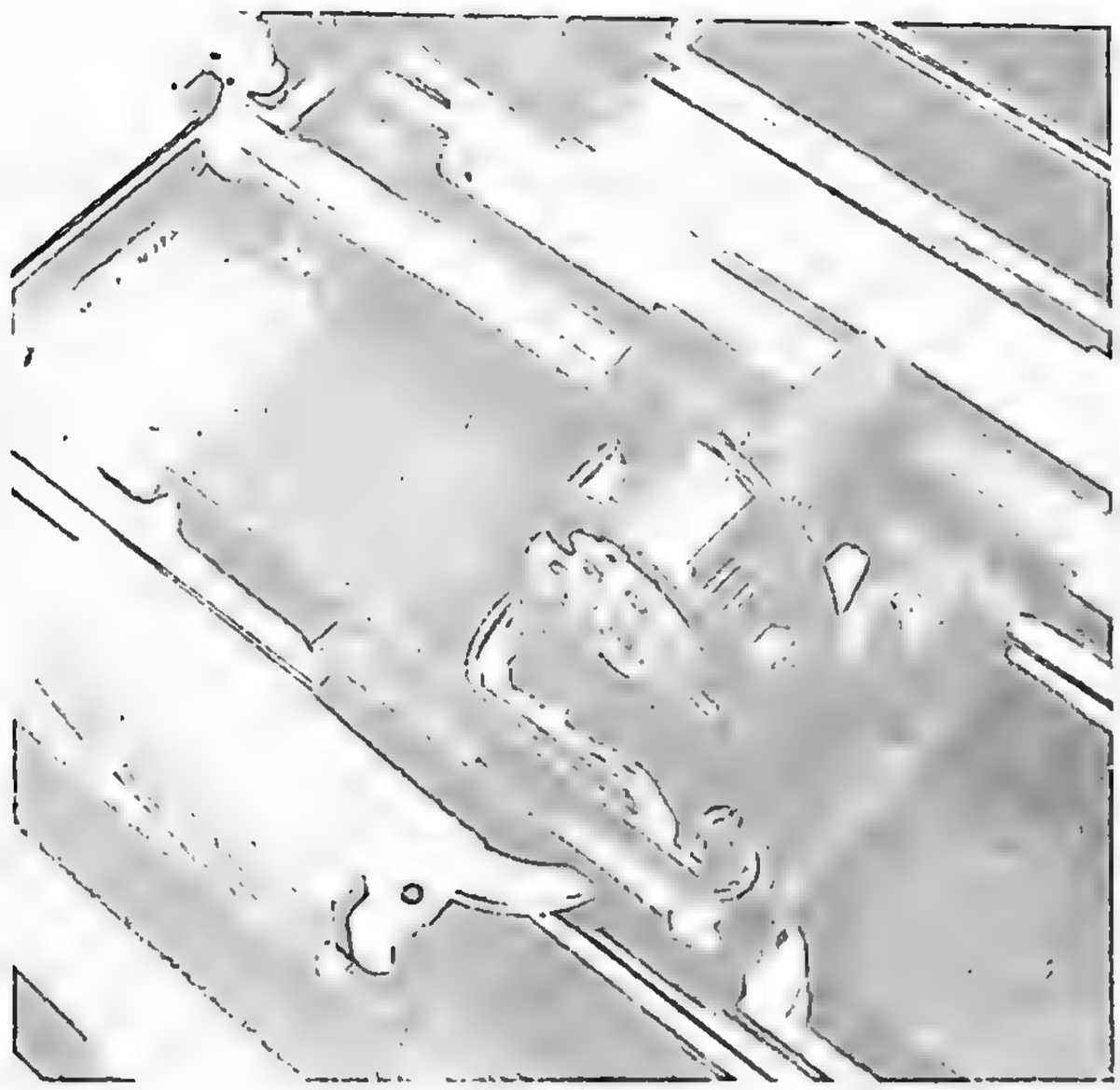
Fot. 4 Atari 800 XL (na zdjęciu wraz z firmowym magnetofonem) należał do pierwszej generacji komputerów osobistych, przeznaczonych głównie do gier.



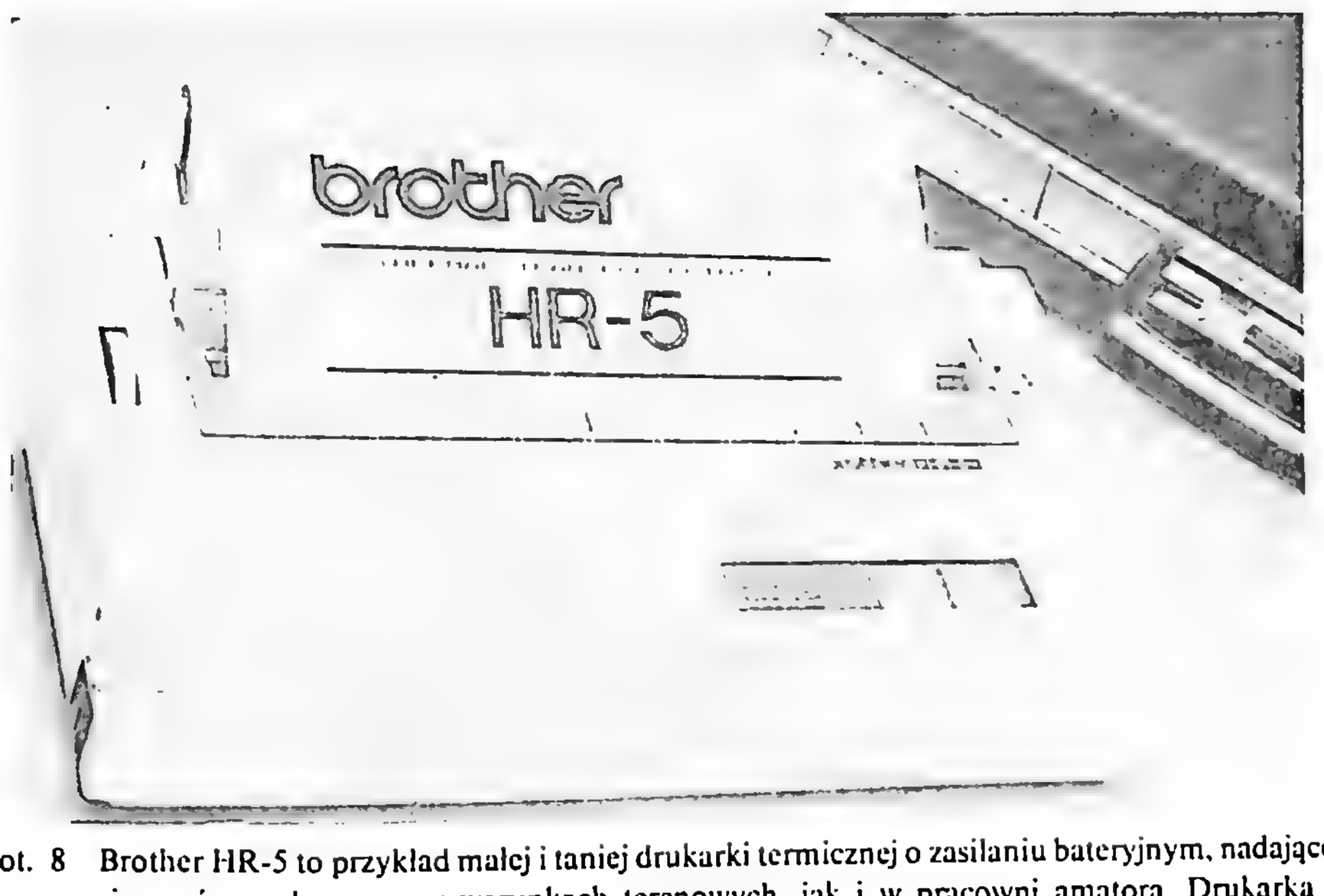
Fot. 5 Amstrad CPC-6128 z wbudowaną stacją dysków elastycznych to przykład komputera domowego o wielu cechach sprzętu profesjonalnego.



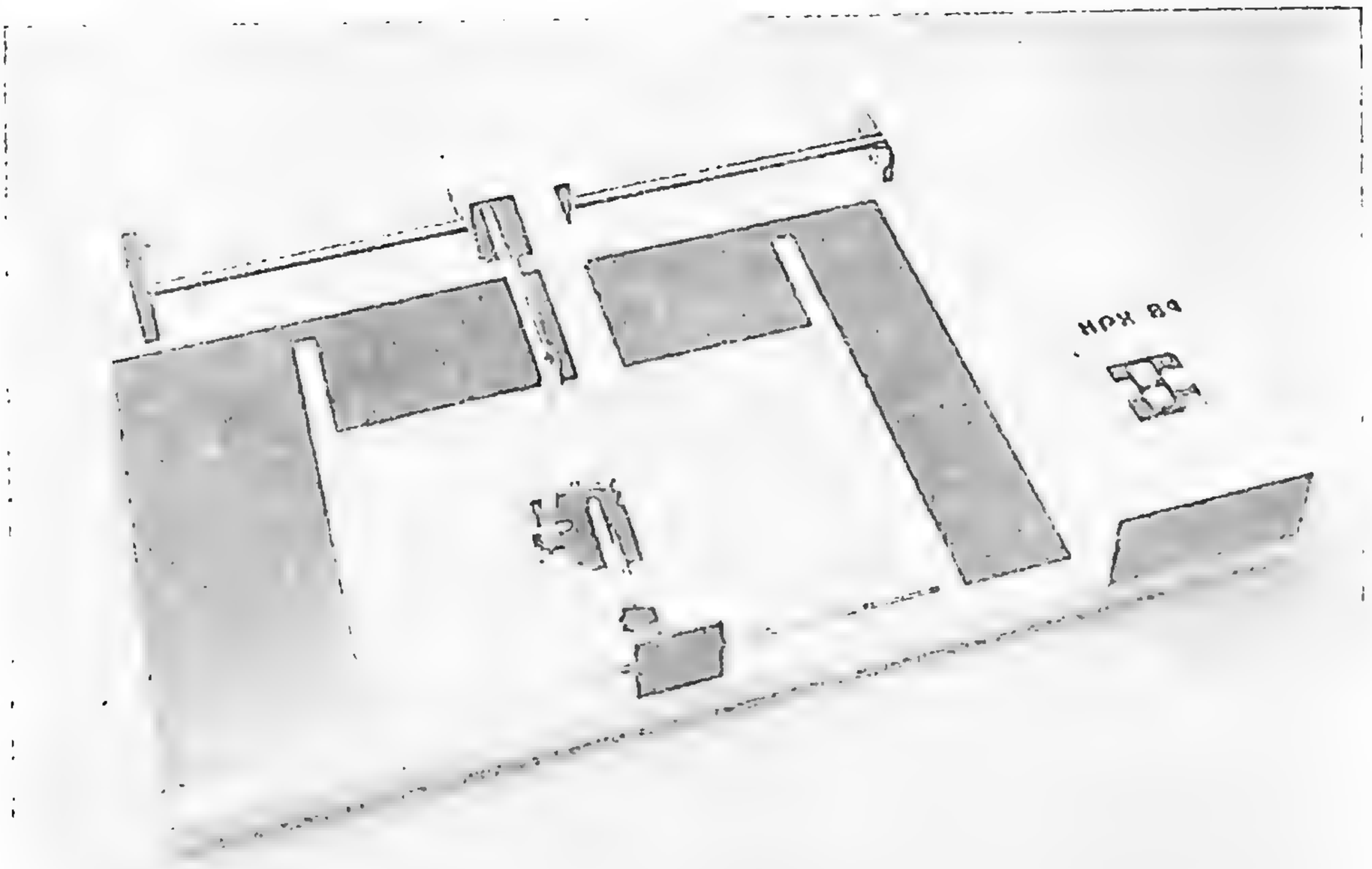
Fot. 6 Duża profesjonalna, uderzeniowa drukarka mozaikowa.



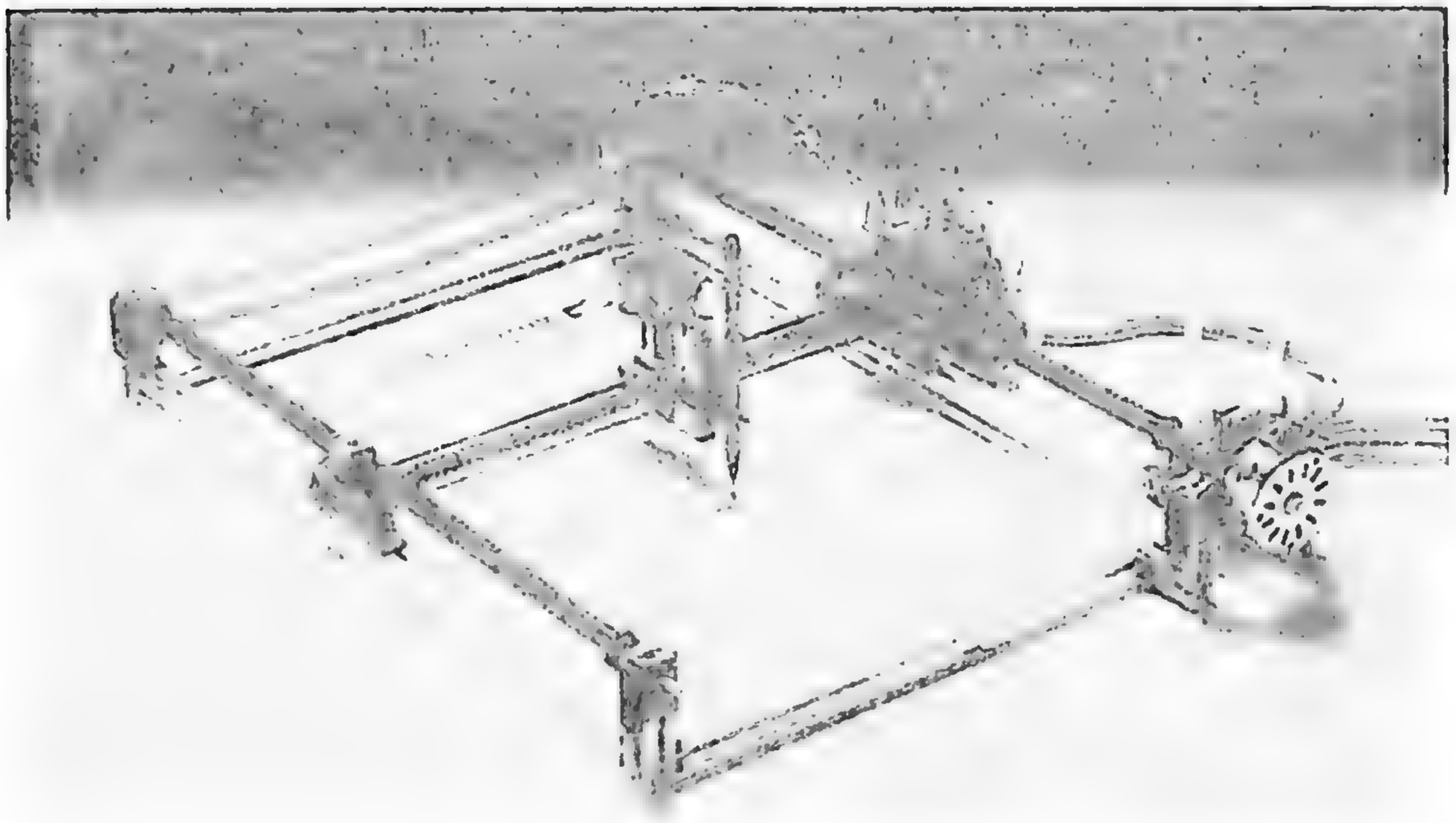
Fot. 7 Elektromagnetyczna głowica uderzeniowej drukarki mozaikowej. Głowica porusza się po prowadnicy w poprzek arkusza, prąd do elektromagnesów jest doprowadzany wiązką giętkich przewodów.



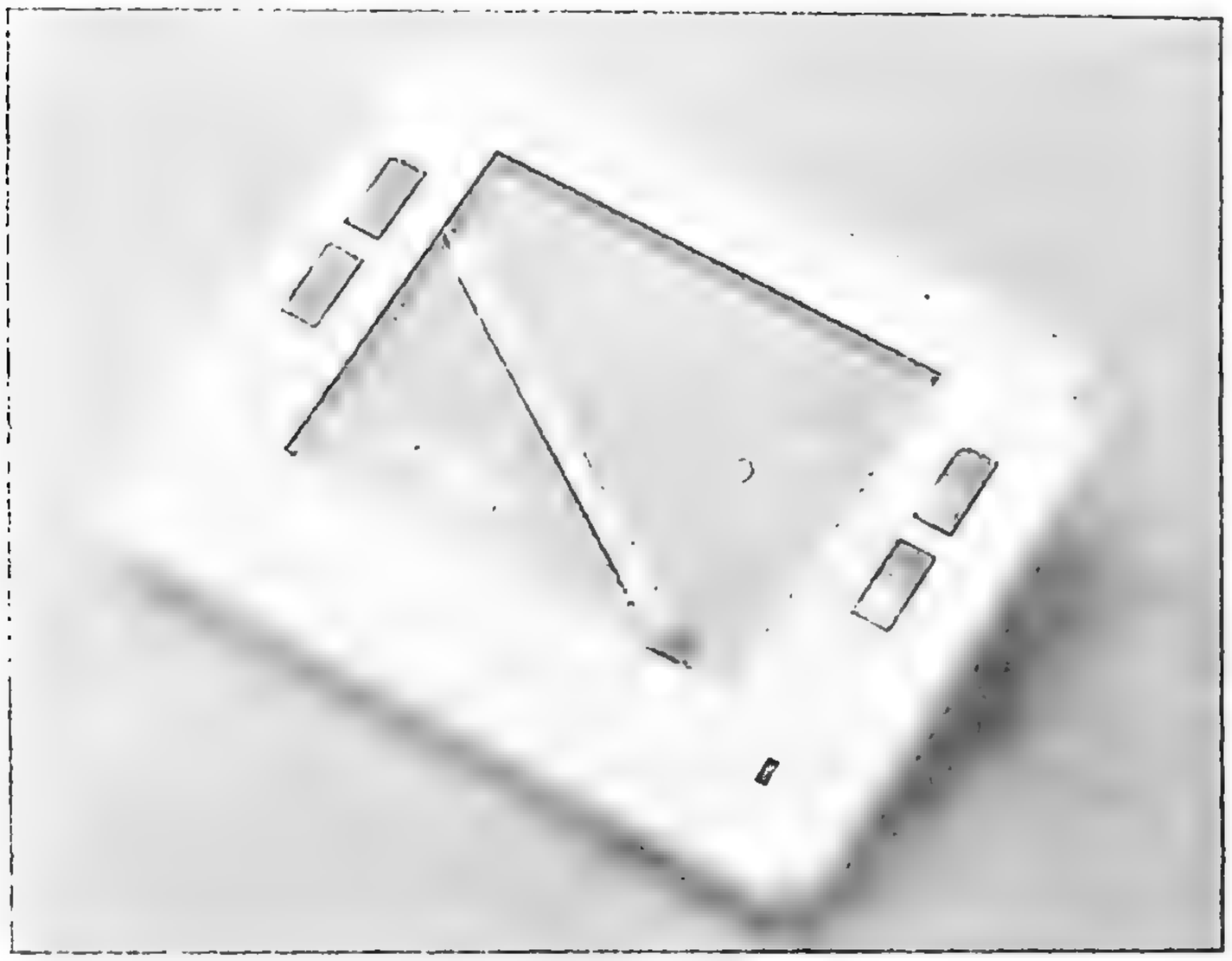
Fot. 8 Brother HR-5 to przykład małej i taniej drukarki termicznej o zasilaniu bateryjnym, nadającej się zarówno do pracy w warunkach terenowych, jak i w pracowni amatora. Drukarka z łatwością mieści się w teczce. Dobra jakość druku wynika z zasady termicznego druku pośredniego.



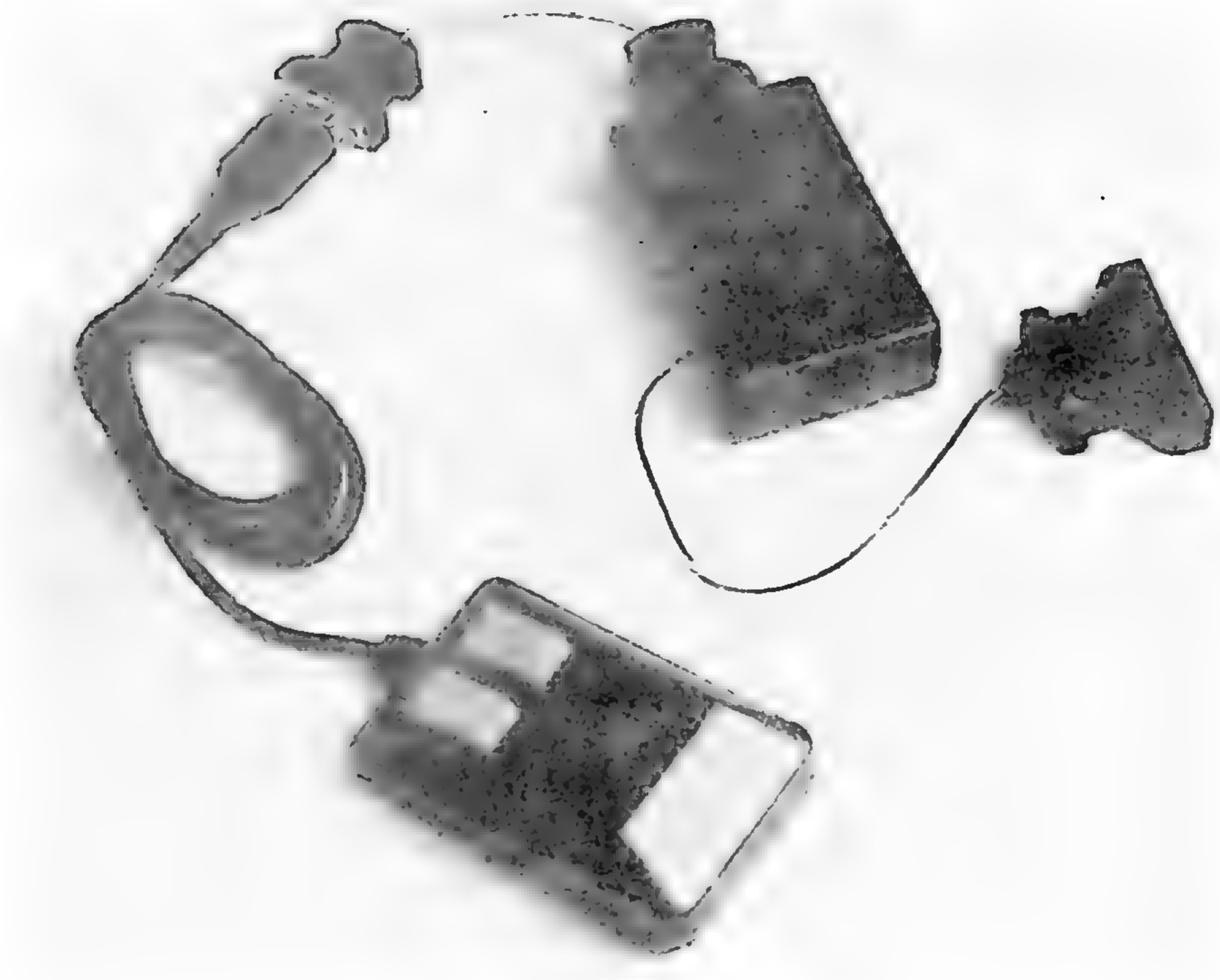
Fot. 9 Typowy plotter m.in. do kreśleń technicznych.



Fot. 10 Ten plotter to zabawka politechniczna, wyprodukowana głównie z plastiku i dostarczana w zestawie do samodzielnego montażu. Mimo prostoty plotter kreśli rysunki zupełnie wystarczające w warunkach szkolnych lub amatorskich.

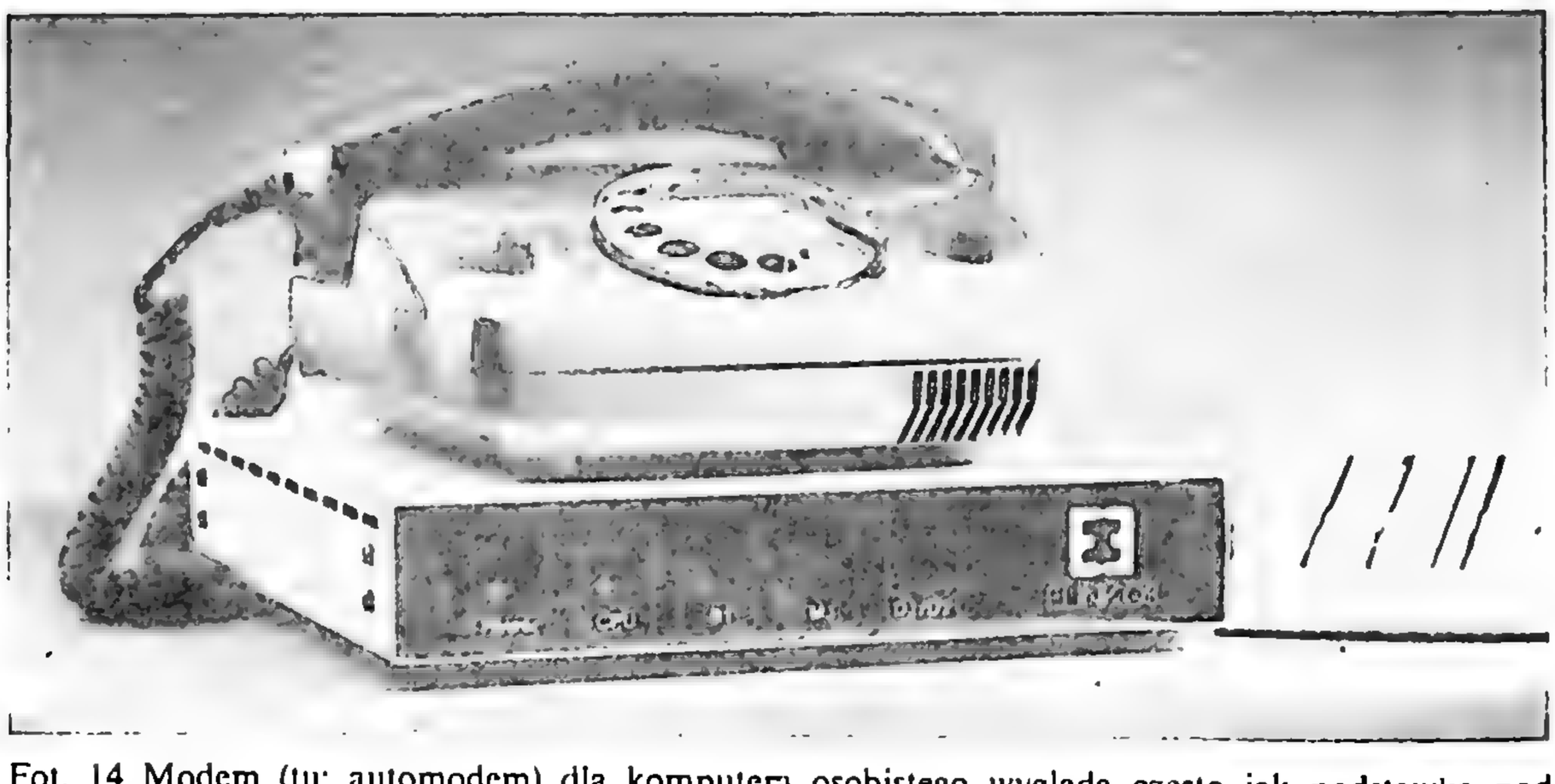


Fot. 11 Pulpit graficzny do komputera domowego.

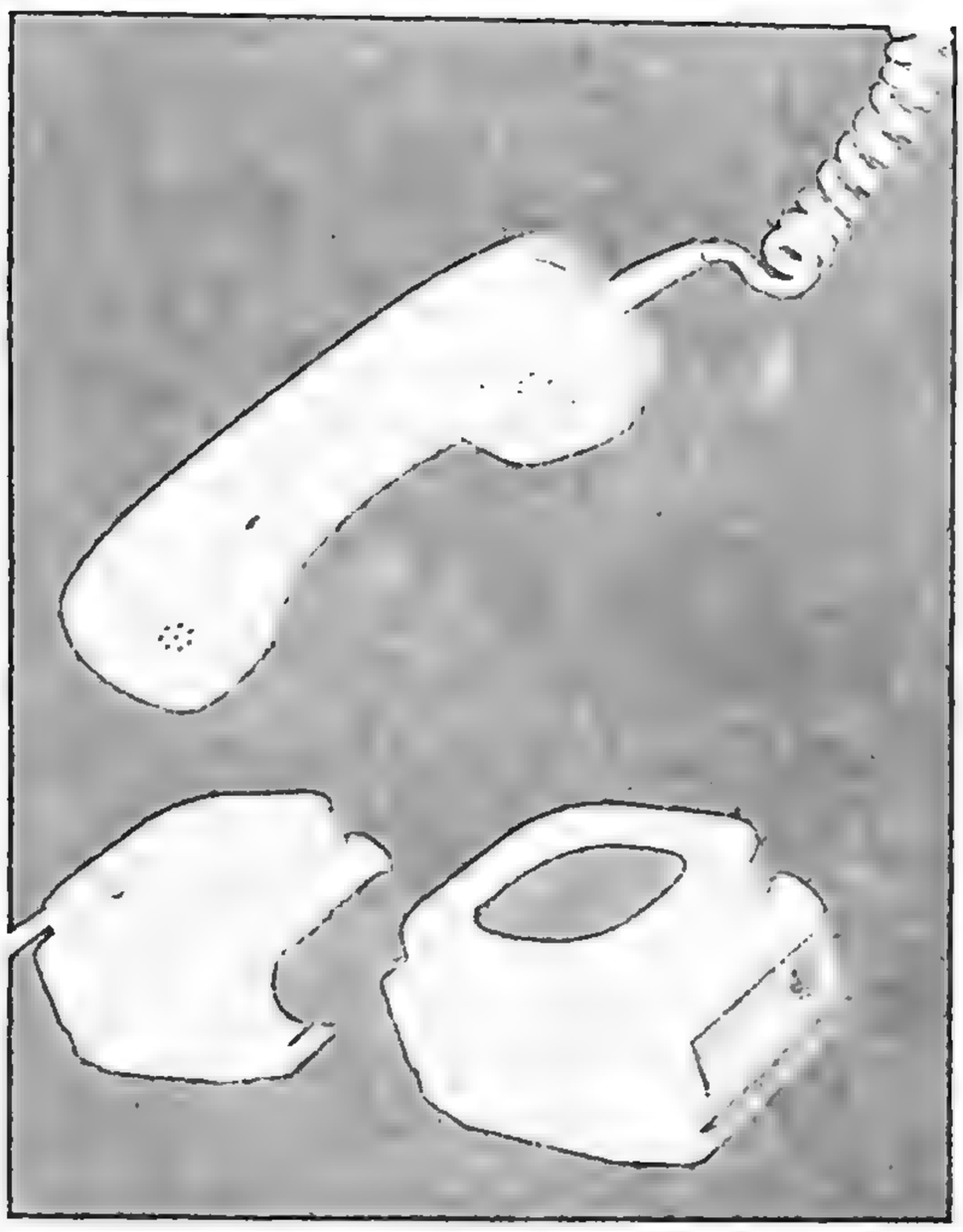


Fot. 12 Myszka staje się szybko nieodłącznym wręcz atrybutem komputera osobistego.

Fot. 13 Myszka w akcji – tu w połączeniu z komputerem domowym Commodore C-64.



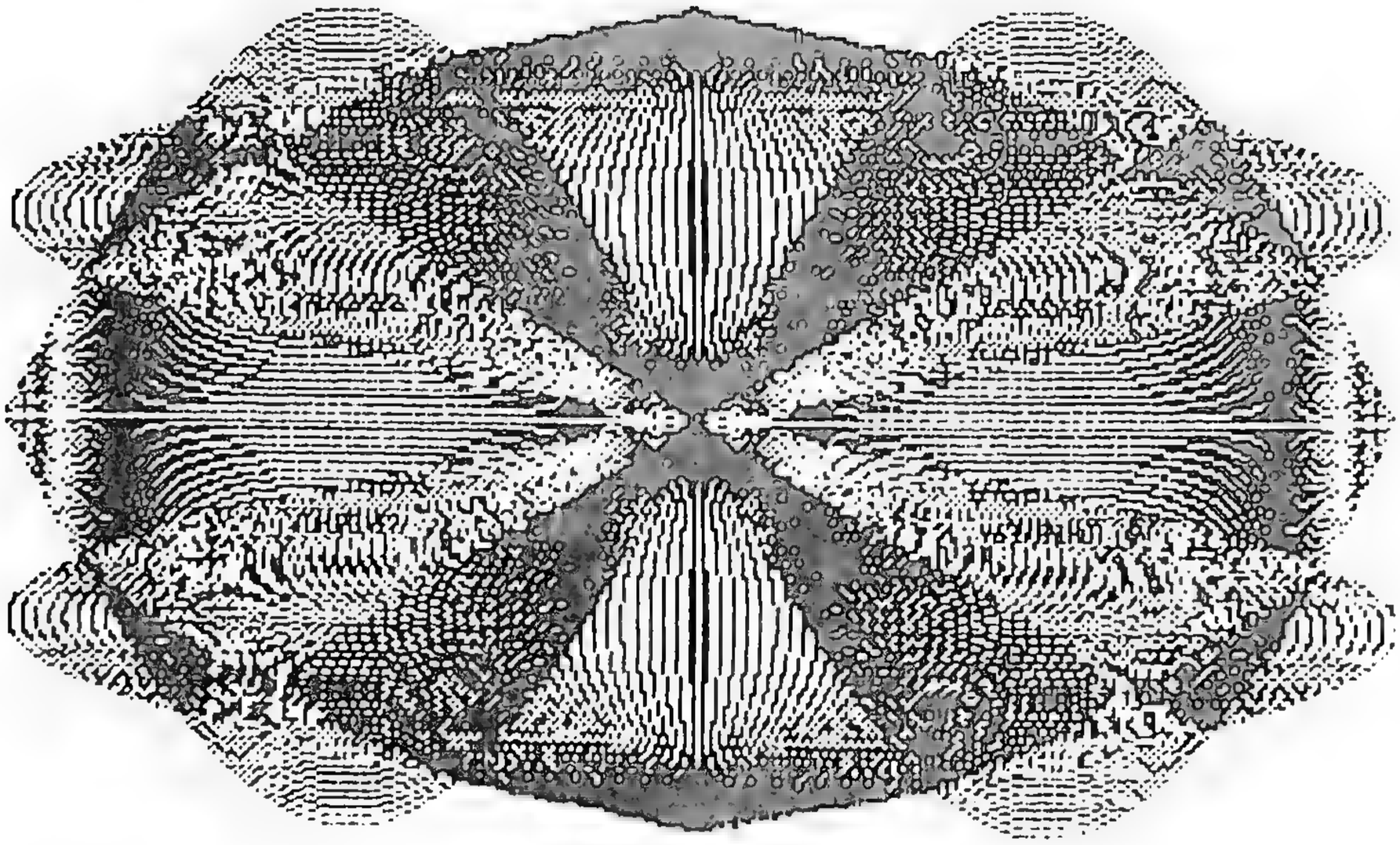
Fot. 14 Modem (tu: automodem) dla komputera osobistego wygląda często jak podstawka pod telefon.



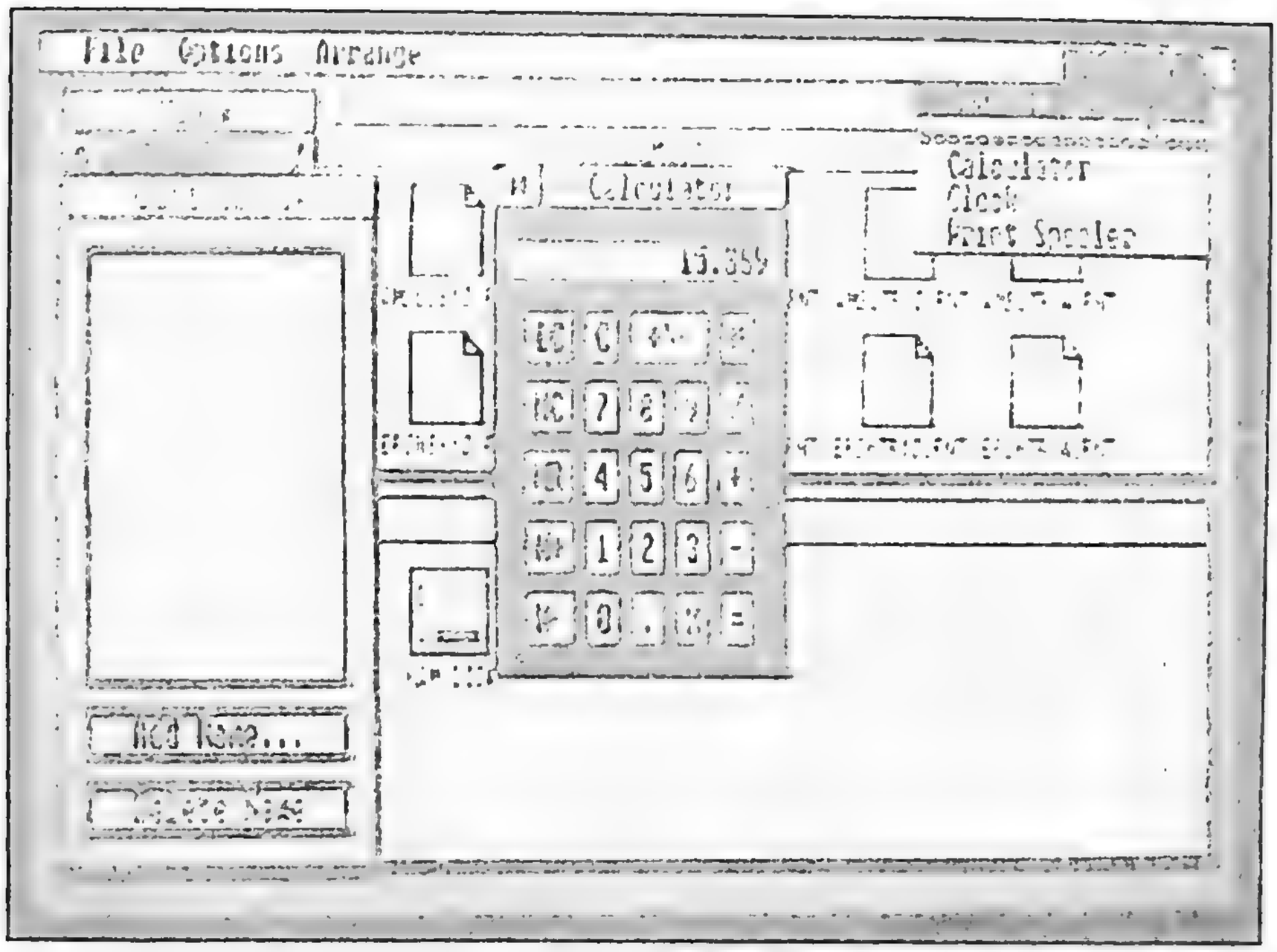
Fot. 15 Sprzęgacz akustyczny posiada elastyczne muszle, obejmujące mikrofon i słuchawkę mikrotelefonu.

Fot. 16 Podręczny komputer osobisty z zasilaniem bateryjnym i wyświetlaczem na ciekłych kryształach z łatwością mieści się w teczce i może być eksploatowany w podróży.

Fot. 17 Używając przenośnego komputera osobistego ze sprzęgaczem akustycznym można nawiązac łączność z centralnym bankiem danych nawet z budki telefonicznej.

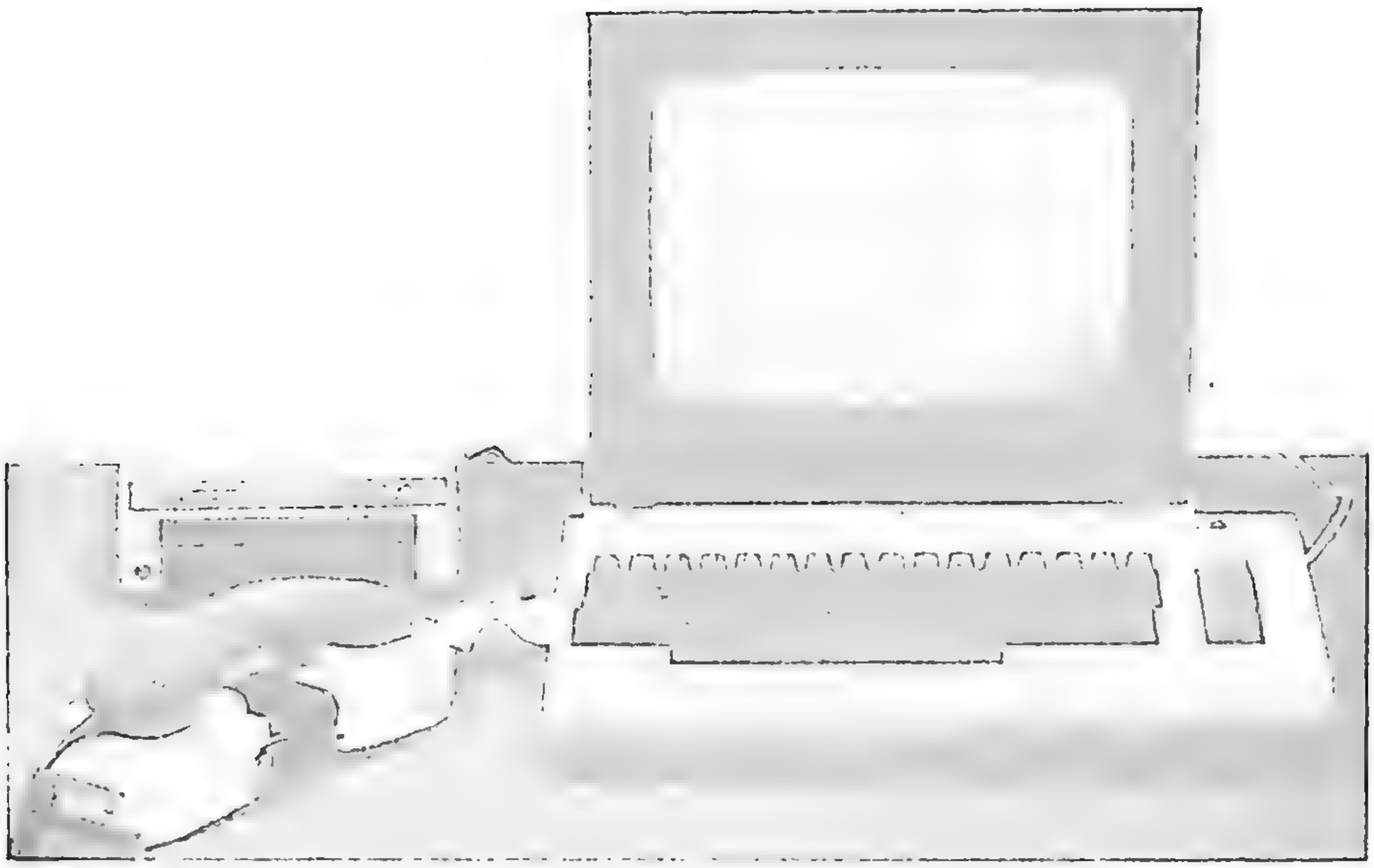


Fot. 18 Przyklad grafiki komputerowej, wydrukowanej na drukarce mozaikowej.

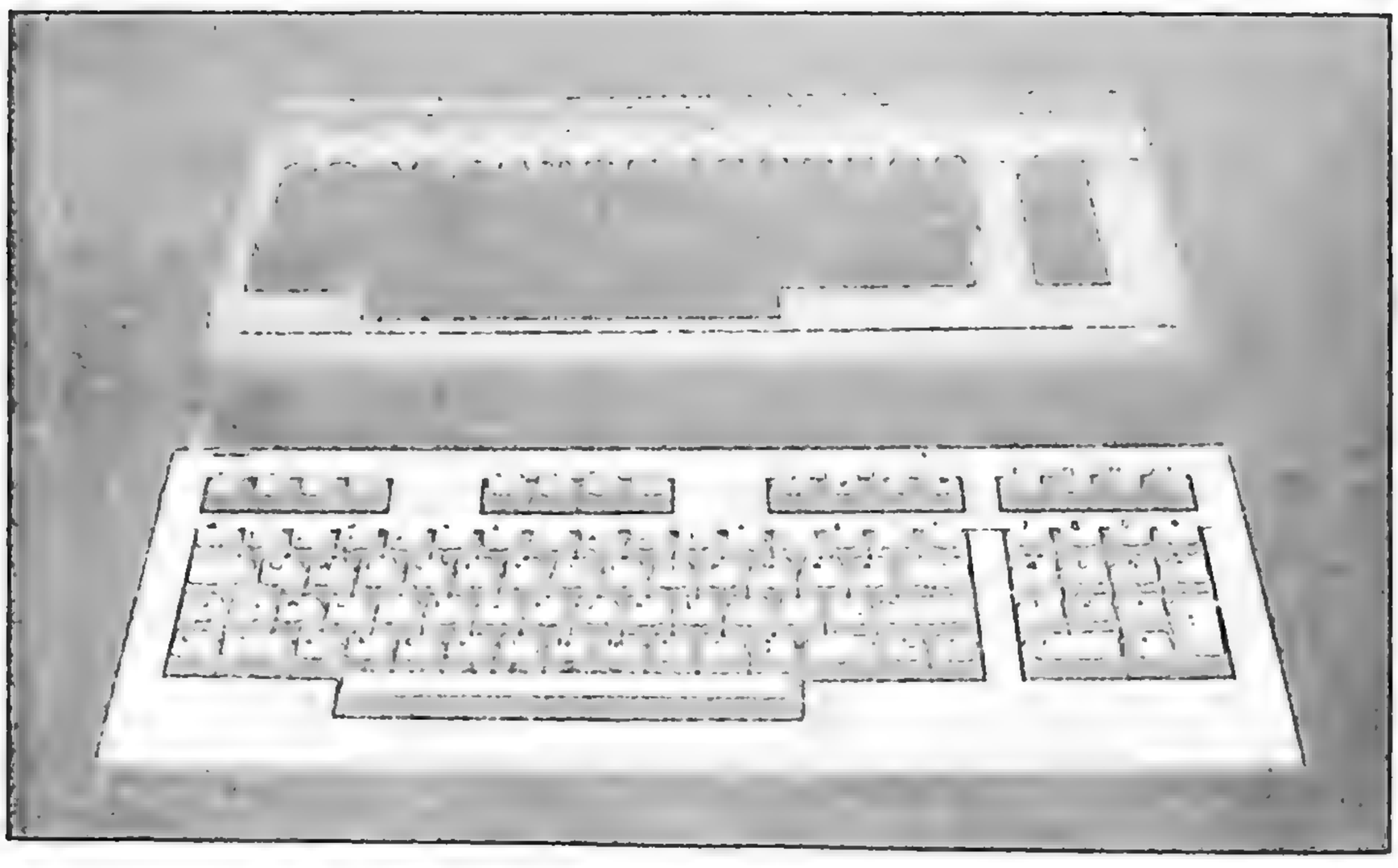


Fot. 19 System GEM to przyklad nowoczesnego, ergonomicznego oprogramowania, korzystającego z okienek i piktogramów.

Fot. 20 Przykład projektu architektonicznego, sporządzonego przy użyciu systemu CAD i przeniesionego na papier przez drukarkę mozaikową.

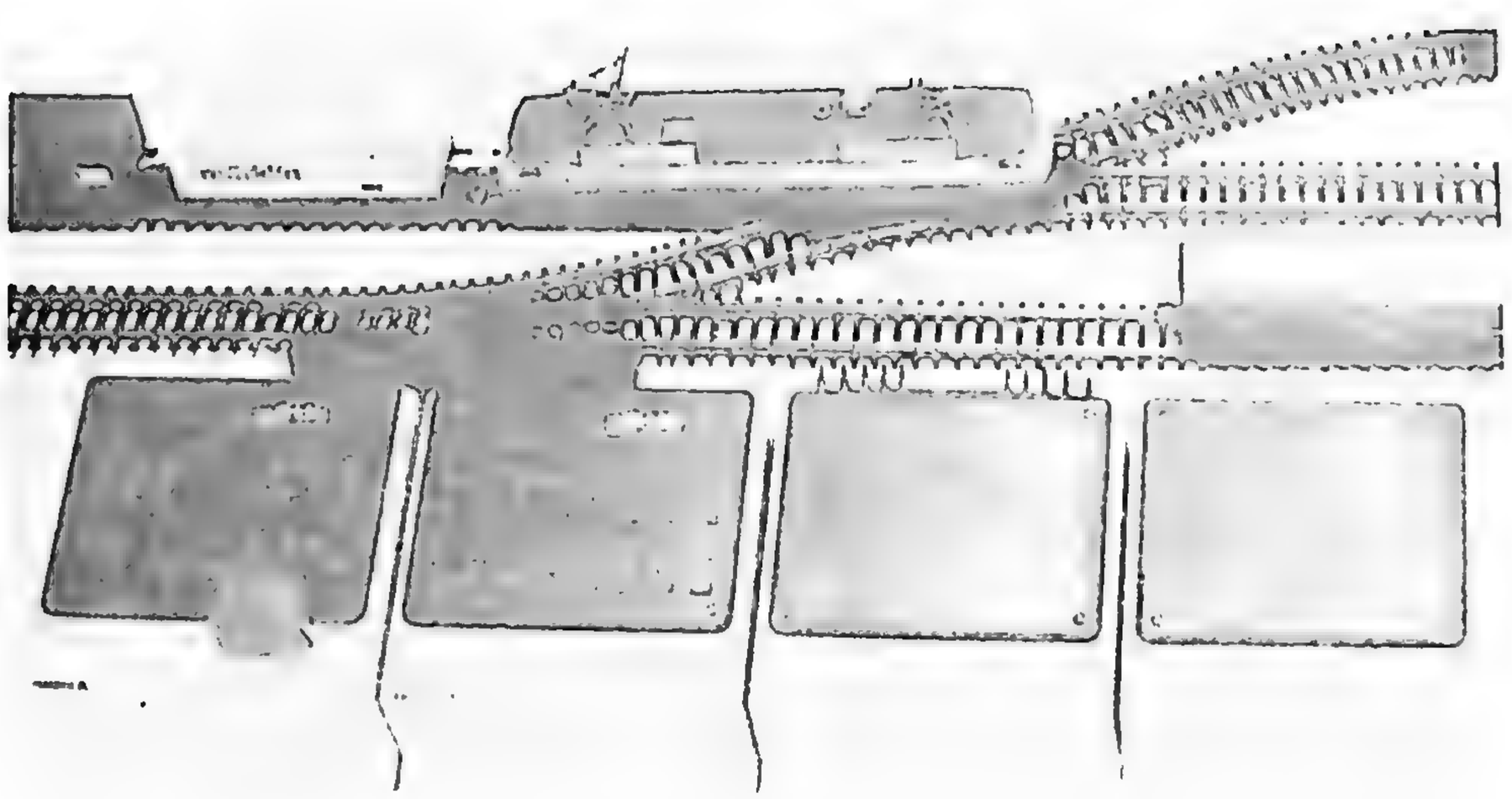


Fot. 21 Popularny komputer domowy Commodore C-64 ze stacją dysków elastycznych, barwnym monitorem i modemem, połączonym za pośrednictwem sprzęgacza akustycznego.

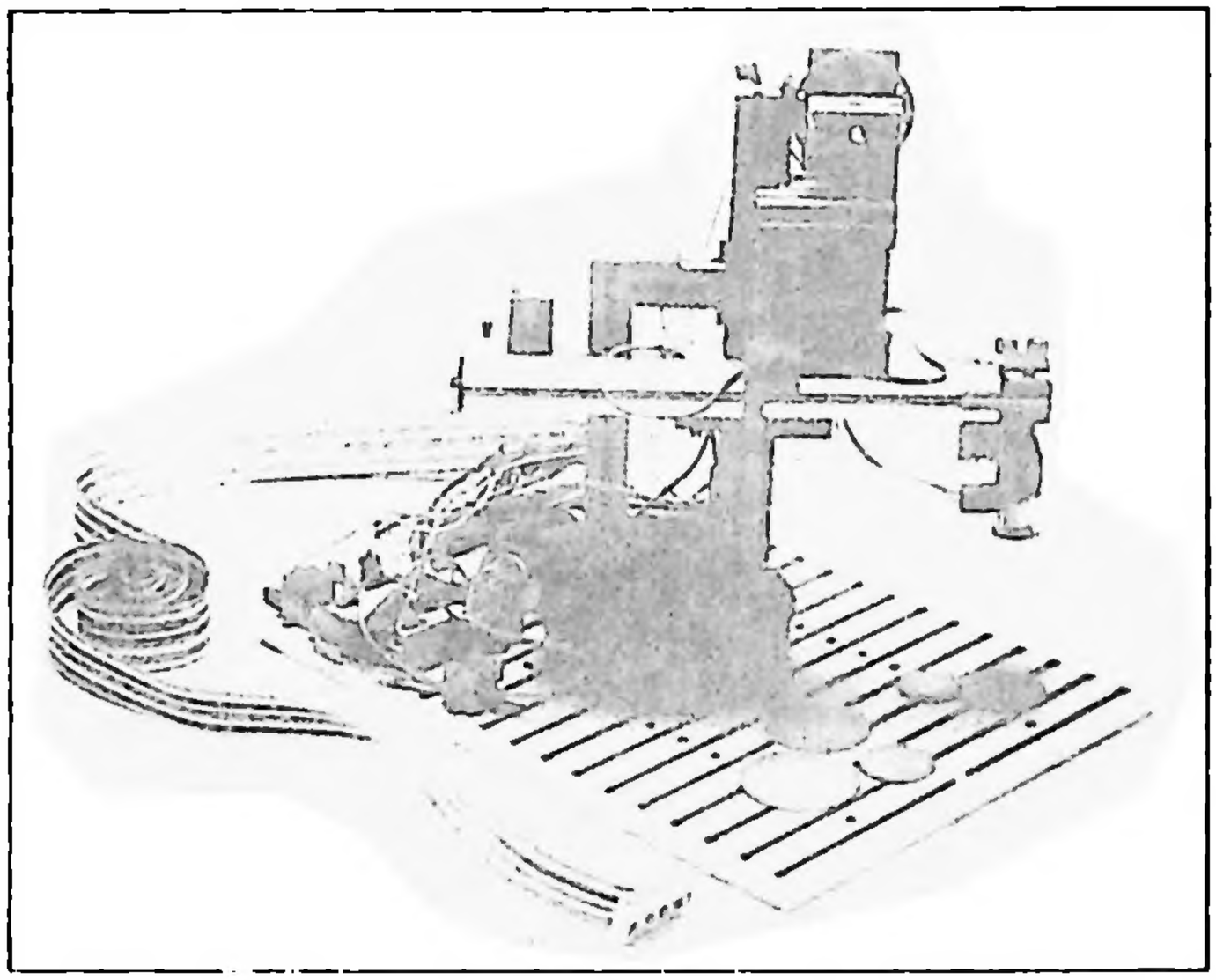


Fot. 22 C-64 i jego następca – C-128.

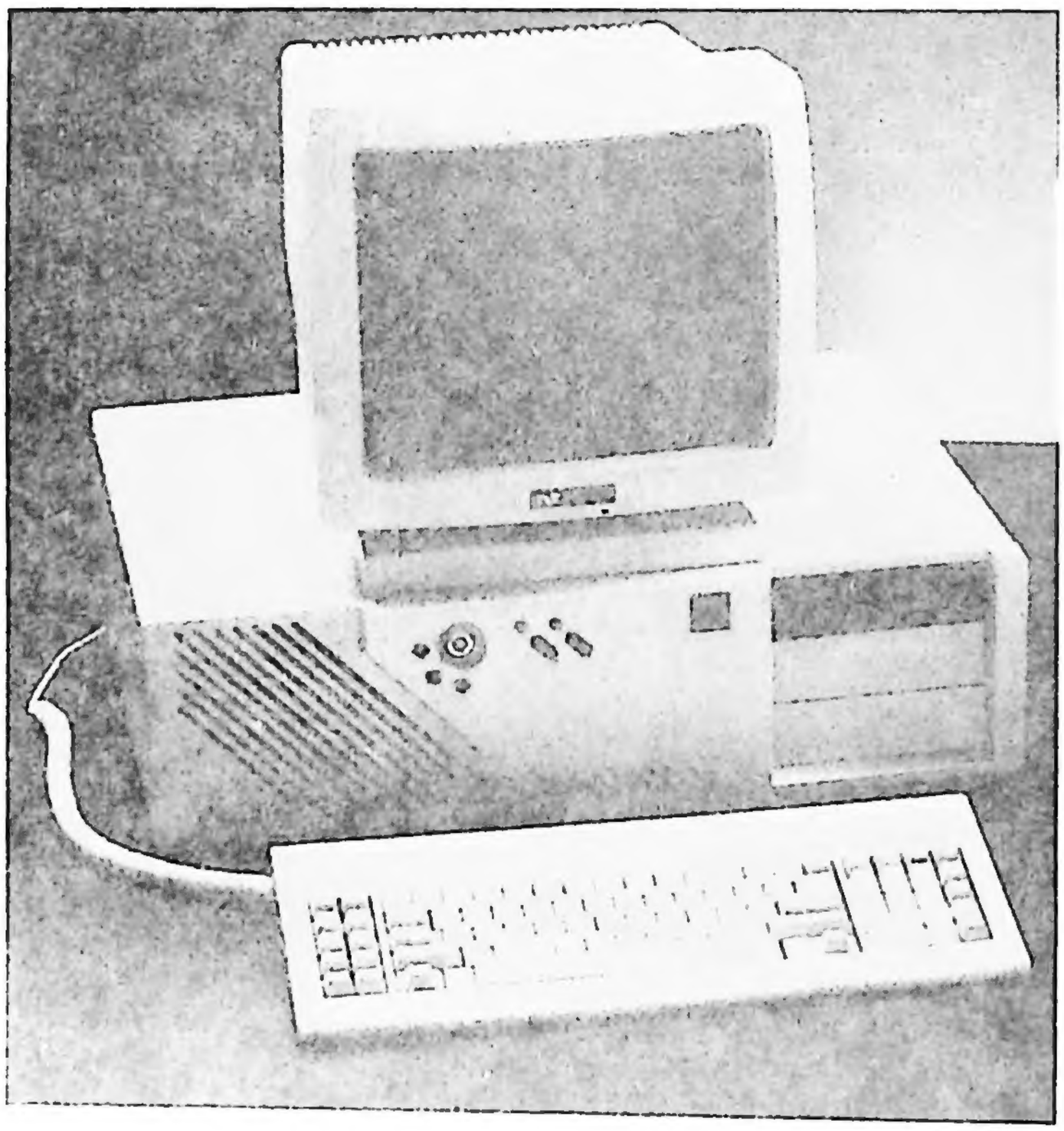
Fot. 23 Typowy przedstawiciel rodziny mikrokomputerów domowych systemu MSX.



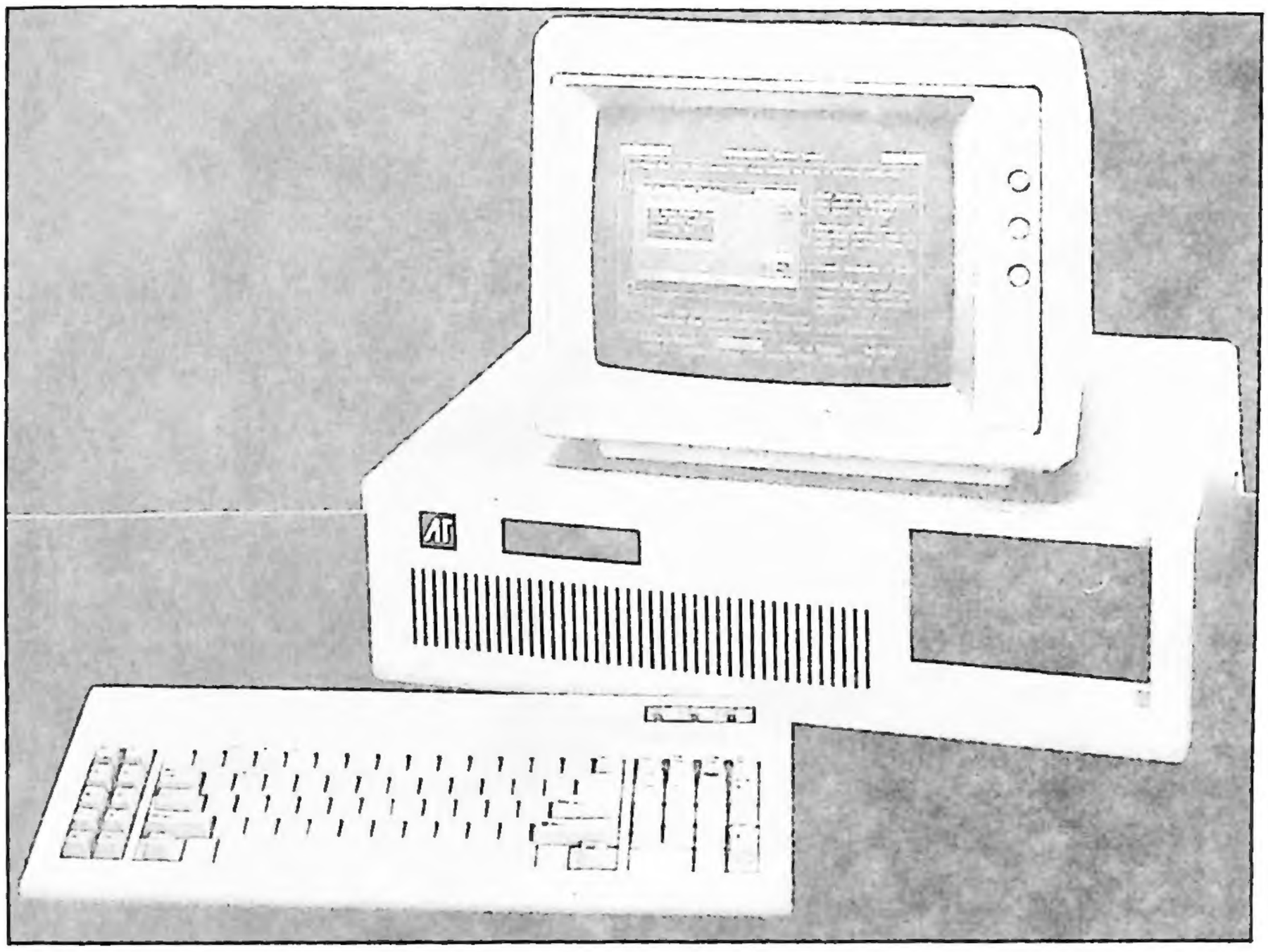
Fot. 24 Elektroniczny system sterowania kolejką elektryczną, dostosowany do współpracy z komputerem domowym.



Fot. 25 Modulowy robot z plastiku, sterowany komputerem domowym, bardzo uatrakcyjnia zabawę z mikrokomputerem.

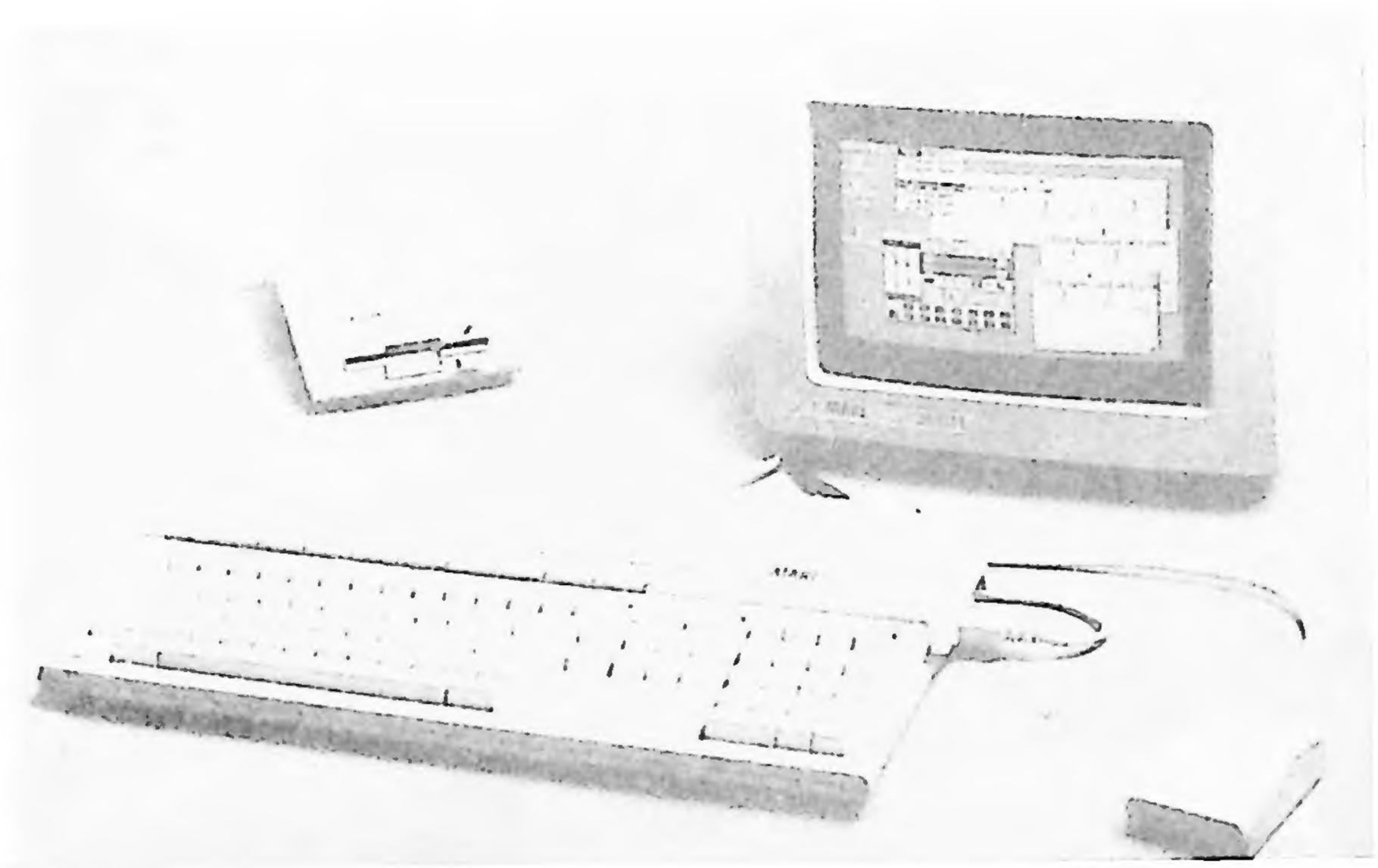


Fot. 26 Komputery osobiste, kompatybilne z IBM PC/XT, zaskakują często orginalnym wyglądem, lecz od strony elektronicznej są do siebie bardzo zbliżone.

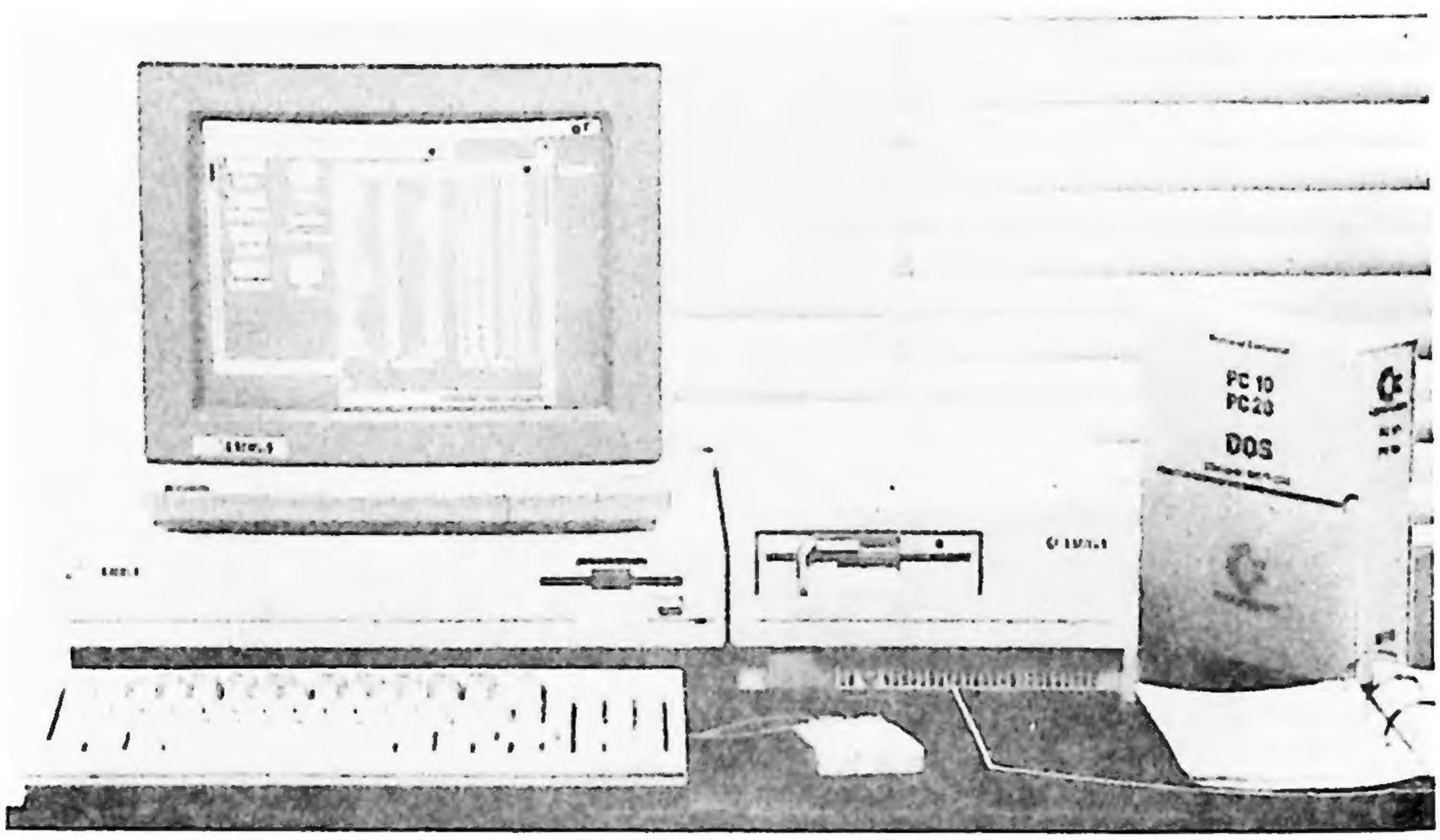


Fot. 27 Komputery osobiste klasy IBM PC/AT kilkakrotnie przewyższają wydajnością sprzęt klasy XT.

Fot. 28 Apple Macintosh – prekursor komputerów osobistych o nowej filozofii obsługi.



Fot. 29 Atari 520 ST – protoplasta rodziny nowoczesnych komputerów domowych.



Fot. 30. Commodore Amiga – tu z przystawką Sidecar, otwierającą dostęp do bogatego oprogramowania IBM PC.

350
Cena zł ~~260~~,—

ISBN 83-02-03482-7